

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-016609  
 (43)Date of publication of application : 19.01.2001

(51)Int.Cl H04N 13/00  
 G09G 5/36  
 H04N 7/32  
 H04N 13/04

(21)Application number : 11-160246 (71)Applicant : SOFT FOO DEII:KK  
 (22)Date of filing : 07.06.1999 (72)Inventor : KIM MAN-BAE  
 BOKU SHINEI  
 LEE SANG-HOON  
 KYO GOSO

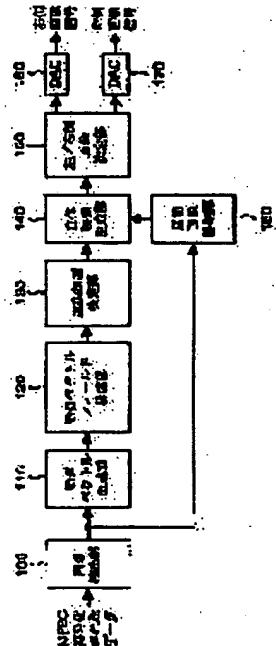
(30)Priority  
 Priority number : 99 9920862 Priority date : 05.06.1999 Priority country : KR

## (54) STEREOSCOPIC VIDEO IMAGE GENERATOR AND ITS METHOD USING MPEG DATA

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To generate a stereoscopic video image from two video images by extracting a motion vector of I, P, B pictures from an MPEG bit stream so as to generate another video image.

SOLUTION: An image extract section 100 extracts image data from MPEG-coded data and a motion vector generating section 110 generates a motion vector in response individually to a macro block in an image consisting of the image data and gives the motion vector to a motion vector field configuration section 120. An image storage section 160 stores about K sets of images consisting of the image data and a motion stereotype decision section 130 uses the motion vector from the motion vector field configuration section to decide a motion stereotype in response to a current image. A stereoscopic image generating section 140 uses a preceding image and a motion stereotype in the image storage section to generate a synthetic image in response to the current image and outputs both the images. A left/right side image decision section 150 decides the current image to be either of a left side image and a right side image of a stereoscopic image and decides the synthesis image to be the other image.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 14.09.2000  
 [Date of sending the examiner's decision of rejection] 05.04.2004  
 [Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]  
 [Date of final disposal for application]  
 [Patent number]  
 [Date of registration]  
 [Number of appeal against examiner's decision of rejection]  
 [Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]  
 [Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公報番号

特開2001-16609

(P2001-16609A)

(43)公開日 平成13年1月19日 (2001.1.19)

(51) Int Cl.  
H 04 N 13/00  
G 09 G 5/36  
H 04 N 7/32  
13/04

識別記号  
510

F I  
H 04 N 13/00  
G 09 G 5/36  
H 04 N 13/04  
7/137

マーク (参考)  
5 C 05 9  
510 V 5 C 06 1  
5 C 08 2  
Z

審査請求 有 請求項の数23 OL (全33頁)

(21)出願番号 特願平11-160246  
(22)出願日 平成11年6月7日(1999.6.7)  
(31)優先権主張番号 99-20862  
(32)優先日 平成11年6月5日(1999.6.5)  
(33)優先権主張国 韓国 (KR)  
特許法第30条第1項適用申請有り 1998年12月5日 韓国放送工学会主催の「1998年度韓国放送工学会学術大会」において文書をもって発表

(71)出願人 500432893  
株式会社ソフトフォーダイー  
大韓民国 463-500 京畿道城南市盆唐区  
九美洞18シグマ2ビル728号  
(72)発明者 金 萬 培  
大韓民国江原道春川市退溪洞現代1次アバ  
ート104号1102号  
(72)発明者 朴 眞 英  
大韓民国江原道春川市後坪1洞707-21,  
5/2  
(74)代理人 100076428  
弁理士 大塚 康徳

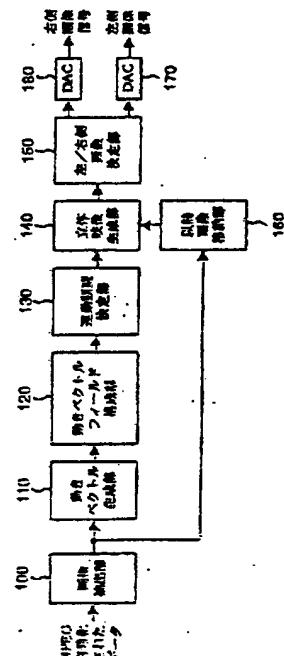
最終頁に続く

(54)【発明の名称】MPEGデータを用いた立体映像生成装置及び方法

(57)【要約】 (修正有)

【課題】MPEGビットストリームで各I、P、B画像の動きベクトルを抽出し、もう一枚の映像を作って二枚の映像より立体映像を生成する。

【解決手段】画像抽出部100はMPEG符号化されたデータから画像データを抽出し、動ベクトル生成部110は画像データより構成される画像内のマクロブロックに個別的に応ずる動ベクトルを生成して動ベクトルフィールド構成部120に供給する。画像貯蔵部160は画像データを画像数K箇ほど貯蔵し、運動類型決定部130は動ベクトルフィールド構成部からの動ベクトルを用いて現在画像に応ずる運動類型を決定する。立体画像生成部140は画像貯蔵部の以前画像及び運動類型を用いて現在画像に応ずる合成画像を生成し、両画像を出力する。左/右側画像決定部150は両画像を受信し、現在画像を立体画像左側画像及び右側のうちいずれか一方と決定し、合成画像を他方と決定する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 I、B及びP画像が収録してあるMPEG符号化されたデータを用いて立体映像を生成する装置において、  
 画像データを入力され、該画像内のマクロブロックに個別に応ずる動きベクトルを生成及び貯蔵する動きベクトル生成及び貯蔵手段と、  
 前記動きベクトル生成及び貯蔵手段に供給される画像データを画像数K個ほど貯蔵する画像貯蔵部と、  
 前記動きベクトル生成及び貯蔵手段に貯蔵された動きベクトルを用いて現在画像に応ずる運動類型を決める運動類型決め手段と、  
 前記画像貯蔵部に貯蔵された以前画像及び決定された運動類型を用いて現在画像に応ずる合成画像を生成し、現在画像及び合成画像を出力する立体画像生成手段と、  
 前記立体画像生成手段から現在画像及び合成画像を受信し、現在画像を立体画像を構成する左側画像及び右側画像のうちいずれか一方と決定し、合成画像を他方と決定する左/右側画像決定部を含む立体映像生成装置。  
 【請求項2】 I、B及びP画像が収録してあるMPEG符号化されたデータを用いて立体映像を生成する方法であって、  
 画像データを入力され、該画像内のマクロブロックに個別に応ずる動きベクトルを生成及び貯蔵し、  
 前記動きベクトル生成及び貯蔵手段に供給される画像データを画像数K個ほど貯蔵し、  
 前記動きベクトル生成及び貯蔵手段で貯蔵された動きベクトルを用いて現在画像に応ずる運動類型を決め、前記画像貯蔵手段で貯蔵された以前画像及び決定された運動類型を用いて現在画像に応ずる合成画像を生成し、現在画像及び合成画像を出力し、  
 前記立体画像生成手段から現在画像及び合成画像を受信し、現在画像を立体画像を構成する左側画像及び右側画像のうちいずれか一方と決定し、合成画像を他方と決定することを特徴とする立体映像生成方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はMPEGデータの立体映像(stereoscopic image)を生成する装置及び方法に係り、MPEGビットストリームで各I、P、B画像の動きベクトルを抽出し、現在映像以外にもう一枚の映像を作成して二枚の映像より構成された立体映像を生成する装置及び方法に関する。

【従来の技術】本発明は二台のカメラ、すなわち立体カメラ(stereoscopic camera)を用い、MPEG-1 CD、MPEG-2 HDTV、MPEG-2 DVDなどの二次元動き映像を直接に立体映像で見られるようにする技術である。さらに、本発明の商業的な利用範囲は前述した家電分野のみならず、MPEGを使う全分野においてビデオ画面を立体で視聴するようにする分野を

含めて多くの領域に使える。本発明が従来の技術と異なる主な特徴は、従来の技術はNTSC信号を入力され映像信号を立体映像信号に変換することに比べ、本発明はMPEG圧縮データを入力信号として受け立体映像信号に変換させる。また、MPEG圧縮データで立体映像を生成するので従来の技術とは異なる方法で立体映像が生成される。本発明と比較される従来の技術は、日本の三陽(SANYO)電気で開発した修正時間差(Modified Time Difference:以下、「MTD」と称する)法がある。また、韓国の三星電子(株)により開発された垂直時差の水平時差への変換方法がある。前述したように、該技術はNTSC信号を入力され立体映像を生成する。三陽電気により開発されたMTD法は1)動く領域を抽出し、2)動きの速度及び方向を決定し、3)該動きの速度及び方向により、以前の一つのフレームから遅延方向(delay direction)及び遅延時間(delay time)が決定され、4)決定された遅延方向及び遅延時間により遅延された映像(delay image)がいずれ側の目に見えるかが決定される。三星電子(株)により開発された垂直時差の水平時差変換方法は、1)ブロック別運動を予測し、2)ブロック動きベクトルのサイズを計算し、3)垂直成分を全て水平時差に変換するために2)で求めたサイズ値を水平時差値に変換し、4)各ブロックを水平時差値ほど水平移動し、5)水平移動されたブロックを集めて合成映像を生成する。MTD方法は動き情報をより以前のK個フレームのうち一つを遅らせた映像として選択するので、一つのフレーム映像内の領域が有している他の深さが無視される問題点がある。結局、立体映像を鑑賞する際深さ感がなくなるため、例えば動いている物体については立体感があるが、場面の背景(background)のような動きの少ない部分については立体感を感じられない。三星電子(株)により提案された方法は隣り合うブロックの水平時差の相違によるブロックの水平移動により映像の歪みが生ずる。従って、前述した既存の方法をMPEG符号化されたデータに用いようとする時は復号された(decoded)映像に再び運動予測(motion prediction)方法を行うことによりMPEGビットストリームに入っている動き情報を用いられず、かつ運動予測方法の再使用によるアルゴリズムの複雑性が高まる短所がある。

【発明が解決しようとする課題】本発明は前述した問題点のみならず、MPEG圧縮データの立体変換を解決するために創案されたもので、GOP(Group of Pictures)を構成する三つの基本画像のI、P、B画像において各マクロブロックビットストリームに貯蔵されている動きベクトルを抽出した後、動きベクトルの集合である動きベクトルフィールドから運動種類を抽出する。得られた運動種類は多様であるが、運動種類に応じて最適の立体映像を生成して、水平運動、非水平運動、高速動及び静止映像においても安定した立体感を感じさせるMP

EGデータの立体映像変換装置及び方法を提供することにその目的がある。

【課題を解決するための手段】前述した目的を達成するための本発明に係るMPEGデータの立体映像変換装置は、MPEGデータを立体映像に変換する装置及び方法に係り、MPEGビットストリームデータからI、P、B画像を抽出するI、P、B画像抽出部、I、P、B画像のマクロブロックを抽出するマクロブロック動きベクトル抽出部、マクロブロックの動きベクトルを集めて動きベクトルフィールド(motion vectorfield)を構成する動きベクトルフィールド構成部、動きベクトルフィールドで水平運動(horizontal motion)、非水平運動(non-horizontal motion)、高速運動(fast motion)及び動きのない静止状態を決める運動種類決定部、映像運動が水平運動の時に立体映像に変換する水平動映像立体変換部、映像運動が非水平運動の時に立体映像を作る非水平動映像立体変換部、映像運動が高速運動の時に立体映像を作る高速動映像立体変換部、映像が動きのない静止映像の時立体映像を作る静止映像立体変換部、映像運動が水平運動の時に現在画像と以前画像を左／右側映像信号と決定する左／右側映像決定部、K個の以前画像を貯蔵するK個の以前画像貯蔵部、及び左／右側映像信号をアナログ信号に変換する左／右側ディジタル／アナログ交換器を含むことが望ましい。MPEGデータの立体映像変換方法は、MPEGビットストリームでI、P、B画像を探し出すI/P/B画像抽出段階と、マクロブロックの動きベクトルの抽出段階と、I画像はイントラコンディギングされるため、I画像の全マクロブロックの動きベクトルを以前B画像のマクロブロックの動きベクトルで予測するI画像動きベクトル予測段階と、I画像の動きベクトルを抽出するためのB画像のマクロブロック動きベクトルの貯蔵段階と、P画像のマクロブロックで運動予測されなかったマクロブロックの動きベクトル抽出段階と、B画像のマクロブロックで運動予測されなかったマクロブロックの動きベクトル抽出段階とを含むのが望ましい。映像を静止映像と動映像とに分類する段階は、I、P、B画像の動きベクトルで動きベクトルフィールドを構成する段階と、動きベクトルフィールドで映像の運動種類を決定する段階と、動きベクトルフィールドで動映像と運動のない静止映像を決定する動／静止映像決定段階と、このために水平運動成分が0のマクロブロックの個数を計算する段階と、全マクロブロックの個数を計算する段階と、二つの個数の比率を計算する段階と、比率値と臨界値との大小を決める段階と、大きければ静止映像であり、小さければ動映像を決定する段階とを含むのが望ましい。動映像を再び水平／非水平動映像に分類する段階は、最大垂直ヒュージョン臨界角を計算する段階と、最大垂直時差臨界値を求める段階と、非水平マクロブロックを決定する段階と、全マクロブロックの個数と非水平マクロブロックの個数の比率を計算する

段階と、比率の大小を決定する段階と、大きければ非水平動映像、小さければ水平動映像と決定する段階とから構成されており、水平動映像で高速動映像を決定する段階は、最大水平時差臨界値より大きい水平動きベクトル成分を有する高速運動マクロブロックの個数を計算する段階と、全マクロブロックの個数と高速運動マクロブロックの個数の比率を計算する段階と、比率の大小を決定する段階と、大きければ高速動映像であり、小さければ水平動映像と決定する段階とを含むことが望ましい。静止映像なら静止映像を立体映像に変換させる静止映像の立体映像生成段階は、映像がカラー映像ならグレイレベル映像に変換する段階と、2, 3, 6をN個の区間に分けて該当区間に各グレイレベルを分類する段階と、輝度により深さ情報を割り当てる段階と、深さ情報を用いて応ずる水平時差に変換する段階と、該水平時差により各マクロブロックを水平移動して合成映像を生成する段階とを含むのが望ましい。非水平運動映像を立体映像に変換する非水平動映像の立体変換段階は、カメラと物体運動が存すればカメラ運動方向を決める段階と、カメラ運動方向と逆の静止または運動マクロブロックを抽出する段階と、カメラ運動方向マクロブロックには同一な量の時差値を与え、異なるマクロブロックは0の時差を有させる段階と、時差値ほどマクロブロックを水平移動して合成映像を生成する段階と、カメラは静止であり物体のみ動映像なら静止状態のマクロブロックは同一な量の時差を与え、運動マクロブロックには正の時差を与える段階と、時差値ほどマクロブロックを水平移動して合成映像を生成する段階と、物体がなくカメラのみ運動する映像と決定されれば、カメラの水平運動成分の符号と異なる動きベクトルを修正する段階と、正確な動きベクトルを得るためにエッジ(edge)を用いるためにマクロブロックのエッジ方向を決める段階と、周辺のエッジの存するマクロブロックと以前映像のマクロブロックの動きベクトルを用いて現在マクロブロックの時差を計算する段階と、時差によりマクロブロックを水平移動する段階とを含むのが望ましい。高速運動映像を立体に変換する段階は、直前に存する映像を抽出する段階と、高速運動マクロブロックを抽出する段階と、該当動きベクトルを最大水平時差値に変換する段階と、マクロブロックを水平移動する段階と、以前映像に水平移動されたマクロブロックを合成する段階とから構成され、水平運動の場合、精神物理学理論に基づく最大水平運動値計算段階と、最大水平運動値と臨界値の大小を決める運動量計算段階と、最大水平運動値と最大水平時差臨界値とを比較して以前映像を決定する以前映像決定段階と、最大水平時差値が臨界値より大きければ合成映像生成段階で処理され、水平動映像の立体映像変換のためK個の以前画像を貯蔵する以前画像を貯蔵する段階と、現在画像と以前画像を左／右側映像信号にするか、あるいは現在画像と以前画像を右／左側映像信号にするかを決定する水平運動種類決

定段階とから構成され、水平運動種類を決定するために映像を二つの第1決定領域と第2決定領域に分割する段階と、第1決定領域のマクロブロックを水平動きベクトル成分の符号による分類段階と、負の符号、0の符号及び正の符号の個数の計算段階と、第1決定領域で最大個数を有する符号決定段階と、第2決定領域のマクロブロックを水平動きベクトル成分の符号による分類段階と、負の符号、0の符号及び正の符号の個数の計算段階と、第1決定領域で最大個数を有する符号を除いた残り符号で個数が最大の第2決定領域の符号決定段階と、決定された符号に属する動きベクトルの水平位置の平方偏差計算段階と、基準平方偏差計算段階と、二つの平方偏差の比較段階と、第1決定領域と第2決定領域の最大符号個数の比率計算段階と、比率及び平方偏差比較による現在映像と以前映像決定段階とを含むのが望ましい。

【発明の実施の形態】以下、添付した図面に基づき本発明をさらに詳しく説明する。図1は本発明の望ましい実施形態によるMPEG圧縮データの立体映像生成装置である。図1に示された装置は画像抽出部100、動きベクトル生成部110、動きベクトルフィールド構成部120、運動種類決定部130、立体画像生成部140、左/右側画像決定部150、以前画像貯蔵部160、そしてDAC (Digital To Analog Converter) 170、180とからなる。画像抽出部100はMPEGビットストリームからクビクチャヘッダ (picture header) 内の3ビットコードを用いて画像種類を分かれ出す。ピクチャヘッダ内の3ビットコードはフレーム画像またはフィールド画像の画像種類を知らせるもので、例えば3ビットコードが001ならばI画像であり、010ならP

画像、100ならB画像である。画像抽出部110はMPEGビットストリームからI、P、B画像データを抽出し、該画像データを動きベクトル生成部110及び以前画像貯蔵部160へ供給する。動きベクトル生成部110はI、P、B画像内のマクロブロックの動きベクトルをビットストリームから抽出し、動きベクトルを有しないマクロブロックについては他の画像のデータを参照して動きベクトルを生成する。I画像はイントラコーディングされるため動きベクトルが存しない。従って、以前B画像の動きベクトルを用いて動きベクトルを抽出する。P画像とB画像はインタコーディングされるため、自分の動きベクトルを有している。従って、既存のMPEGの動きベクトル抽出方法を用いて動きベクトルが得られる。MPEG符号器に入力されるGOPの画像順序はが3の場合に次の通りである。

... B0 B1 P2 B3 B4 I5 B6 B7 P8 B9 B10 P11 ...  
これとは違って、MPEG復号器に入力されるGOPの画像順序は符号化された順序を従うが、次の通りである。

... P2 B0 B1 I5 B3 B4 P8 B6 B7 P11 B9 B10 ...  
符号器においてB3とB4はI5を用いて逆方向運動予測を行う。従って、I5のマクロブロックの動きベクトルを抽出するためには以前B3とB4のエンコーデから求められた動きベクトルを用いる。表1はMPEGにおいてI、P、B画像のディスプレイ順序とデコード入力順序を示す順序図である。

【0002】

【表1】

|     | B | B | P | B | B | I | B | B | P | B  | B  | P  | B  | B  | P  | B  | B  |
|-----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|
| (a) | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9  | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
|     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |
|     | P | B | B | I | B | B | P | B | B | P  | B  | P  | B  | B  | P  | B  |    |
| (b) | 2 | 0 | 1 | 5 | 3 | 4 | 8 | 6 | 7 | 10 | 8  | 9  | 14 | 12 | 13 | 17 | 15 |
|     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |

(a) 項目は画像が画面にディスプレイされるディスプレイ順序を意味し、(b) 項目は復号器に入ってくるMPEG画像の復号順を指す。B画像が抽出されればB画像動きベクトル抽出部200はビットストリームからマクロブロックの動きベクトルを抽出する。B画像動きベクトル生成部210はB画像に対する強制イントラコーディングなどにより動きベクトルのないマクロブロックのために補間方法を使って動きベクトルを生成する。B画像は自分の動きベクトルを有しているので該当動きベクトルを使う。B画像はNとMが必要である。NはGOPにおけるフレーム個数であり、MはGOPにおけるI

/P画像とP画像との距離 (distance) である。M=3を仮定すれば、表1において1)のB(3)の場合、順方向予測されるP(2)とは一つの画像間隔であり、逆方向予測されるI(5)とは二つの画像間隔である。逆に、B(4)の場合、順方向予測されるP(2)とは二つの画像間隔であり、逆方向予測されるI(5)とは一つの画像間隔である。画像間隔はMと関係がある。従って、B(3)の場合はスケールされた動きベクトルは次のように求められる。

【0003】

【数1】

$$(d_{Ax}, d_{Ay})^s = \frac{1}{M-2} (d_{Ax}, d_{Ay})^f + \frac{1}{M-1} (d_{Ax}, d_{Ay})^r$$

類似に、スケールされたB(4)の動きベクトルは次のように求められる。

$$(d_{Ax}, d_{Ay})^s = \frac{1}{M-1} (d_{Ax}, d_{Ay})^f + \frac{1}{M-2} (d_{Ax}, d_{Ay})^r$$

B画像動きベクトル生成部210から出力するB画像内の全てのマクロブロックに応するスケールされた動きベクトルはB画像動きベクトル貯蔵部220に貯蔵され、図1の動きベクトルフィールド構成部120へ入力される。P画像が抽出されればP画像動きベクトル抽出部240はビットストリームでP画像内マクロブロックの動きベクトルを抽出する。ここで、考慮すべき点は、符号器でP画像の動きベクトルを予測する時はP画像と運動予測されるI/P画像間の画像間隔である。立体画像合成段階において一定運動量の維持のためにP画像の場合I/P及びPとの間隔、M値を考慮すべきである。従って、P画像のマクロブロックのスケールされた動きベクトルはMを考慮して次のように計算される。

【0005】

【数3】

$$(d_{Ax}, d_{Ay})^s = \frac{1}{M} (d_{Ax}, d_{Ay})$$

sはスケール (scale) を意味する。P画像動きベクトル生成部250は動きベクトルのないマクロブロックに補間方法を使って動きベクトルを生成する。生成された動きベクトル及び抽出された動きベクトルは動きベクトルフィールド構成部120へ入力される。B画像動きベクトル貯蔵部220に貯蔵された動きベクトルはI画像動きベクトル生成部230がI画像内のマクロブロックに応する動きベクトルを生成するに使われる。I画像はインストラコーディングされるため動きベクトルがない。従って、I画像の動きベクトルを復元するためにI画像を逆方向運動予測を行ったB画像が出てくるまで待つべきである。I画像マクロブロックの動きベクトル ( $d_x, d_y$ ) Iは次のように求められる。表1のシーケンスからわかるように、求めようとするI(5)の動きベクトルを求めるためにはビットストリーム内の動き情報を有しているP、B画像を用いるべきである。MPEGシーケンスを通して使える情報は次の通りである。MPEGシーケンスを示した表1から見られるように、B(3)、B(4)はI(5)を直接に参照したため、B(3)、B(4)の動きベクトルを用いればI(5)の該当マクロブロックの動きベクトルを求められる。これは、B(3)及びB(4)が直接にI(5)を参照して運動補償を行ったため、P(2)の動きベクトルを使って動きベクトルを求めるより信頼性が高い。B(3)、B(4)は時間的にI(5)画像に比べて先に画面にディスプレイされるべきであるが、復号器にはI(5)画像に比べて後で入って来る。従って、他の画像を用いる

【0004】

【数2】

ことよりI(5)より先行する二つの画像B(3)、B(4)を用いる方が遅延時間を最小化できる。B(0)、B(1)の場合はI(5)画像よりディスプレイ順や復号化順序が優先するが、I(5)を参照しなかったため正確性がB(3)、B(4)に比べて劣る。本発明において提案する方法は、I画像直前の逆方向予測 (backward prediction) を行ったB画像を用いてI画像の動きベクトルを生成する。B画像を用いるためには三つの方法がある。

方法1：方向に鑑みた加重値の利用

時間的に後で復号器に入力されるB(4)の動きベクトルをそのまま使用してI(5)の動きベクトルを予測する。しかし、この方法は全てのマクロブロックが線形的に動くという仮定下でのみ使える。また、B画像のマクロブロックが参照するI画像のマクロブロックは正確にマクロブロック単位に整列されることではないため、求められた動きベクトル値は所望のマクロブロックの動きベクトル値ではない。従って、使えるB画像の動きベクトル値ほどブロックを移動した後求めようとするマクロブロックと重なるマクロブロックの情報を用いて動きベクトルの値を計算する。図3においてMB(x, y, k-1)は動きベクトルを有している以前画像のB画像のマクロブロックであり、MB(x, y, k)は現在動きベクトルを求めようとするI画像のマクロブロックを示す。矢印は動きベクトルの方向にMB1、MB2は類似し値の動きベクトルを有しており、MB3は相異なる動きベクトルを有していることが見られる。提案する方法は、MB3のように全体的な動きベクトルの方向と異なるマクロブロックはその候補として含まれることにより、相関関係が少ない領域から得られる動きベクトルが避けられる。また、動きベクトルの方向は無限であると言えるので、図4に示したように四つの領域に分類する。また、動きベクトルを ( $d_x, d_y$ ) と定義し、動きベクトルの方向は次のように求められれば、図4に示したように左上、右上、左下、右下の四つの方向に分類される。

【0006】

【数4】

$$\text{動きベクトル方向} = \tan^{-1} \left( \frac{d_y}{d_x} \right)$$

I画像の動きベクトルは次のように求められる。FkとFk-1はそれぞれ現在画像及び以前画像を意味し、Nは求めようとするI画像のマクロブロックMB(x, y, k)と部分的に重なり、動きベクトルの方向が類似

したB画像のマクロブロックの個数を意味する。 $I_n = [I_{x_n}, I_{y_n}]^T$  はMB (x, y, k) とx, y軸における重なる部分の長さ、すなわち重なる部分の画素数を意味し、 $\omega = [\omega_x, \omega_y]^T$  は前記で求めた距

$$(\omega_x, \omega_y)^T = \left( \frac{l_{x_i}}{\sum l_{x_i}}, \frac{l_{y_i}}{\sum l_{y_i}} \right)^T \quad (i=1, \dots, N)$$

$T$ は転置(transpose)である。上記式で得られた加重値を用いれば求めようとするI画像のマクロブロックの動きベクトルは次のように求められる。

【0008】

【数6】

$$\begin{pmatrix} d_x(k) \\ d_y(k) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \sum_{i=1}^N \omega_x d_{B_{xi}}(k-1) \\ \sum_{i=1}^N \omega_y d_{B_{yi}}(k-1) \end{pmatrix}$$

方法2: x軸、y軸それぞれの加重値の利用

加重値のみを用いて計算する方法は上記の方法1で考慮された方向を除けば同一である。すなわち、特性方向の動きベクトルを有するマクロブロックのみ考慮することではなく、重なる全てのマクロブロックを考慮する。

方法3: 面積を加重値として使用

方法2と同様であるが、x、y軸それぞれの値について加重値を求めるではなく、求めようとするマクロブロックと重なる全てのマクロブロックの面積、すなわちビタセルの個数を加重値にして動きベクトルを計算する。前述した方法のうち一つで生成されたスケールされた動きベクトルは動きベクトルフィールド構成部120へ供給される。動きベクトルフィールド構成部120はI、PまたはB画像内のマクロブロックの動きベクトルが抽出されれば、その画像内の全てのマクロブロックに応する動きベクトルよりなる動きベクトルフィールドを構成する。動きベクトルフィールドはアレイ(array)または集合で表現できる。動きベクトルフィールドが構成されれば運動類型決定部130は動きベクトルフィールド構成部120に貯蔵されているか、それより出力される動きベクトルフィールドについて運動解釈方法を用い、現在画像に存するカメラ、物体またはカメラ及び物体の両方の運動に対するサイズ及び方向を決定する。運動類型決定部130は静止画像、カメラ及び/または物体が水平に運動する水平画像、カメラ及び/または物体が非水平に運動する非水平動画像、カメラ及び/または物体が早く運動する高速動画像を区別し、その結果を立体画像生成部140へ出力する。かかる運動類型決定部130は図5に示したように、動/静止画像決定部500、水平/非水平動画像決定部510及び水平/高速動画像決定部520を備える。図5に示された合成静止画像発生部530、合成非水平動画像発生部540、合成高運動画像発生部550及び合成水平動画像発生部56

部 $I_n = [I_{x_n}, I_{y_n}]^T$ に対する加重値を意味することで、次のように求められる。

【0007】

【数5】

0は図1に示した立体画像生成部140を構成する。図6は動/静止画像決定部600の動作を説明するための動作を説明するための流れ図である。動/静止画像決定部600は動きベクトルフィールドを分析して動画像と動かない静止画像を決定する。静止画像と動画像の決定は次の方法を使った。動きベクトル $(dx, dy)$ が $(0, 0)$ のマクロブロックの個数のNOを計算し(段階600)、全体マクロブロックの個数のNMBを計算すれば(段階610)、段階620で計算される比率 $\alpha_s$ は次の通りである。

【0009】

【数7】

$$\alpha_s = \frac{NO}{N_{MB}}$$

段階630において、得られた $\alpha_s$ 値が臨界値TSより大きければ静止画像とに区分し、小さければ動画像になる。 $TS = [0, 0, 1, 0]$ 、例えば $TS = 0, 9$ なら全面積の10%以上が運動領域である。NOは現在画像内の静止マクロブロックの個数である。静止画像から動きベクトルを収録している現在画像のデータは合成静止画像発生部530へ入力される。それとも水平/非水平動画像決定部510へ入力される。水平/非水平動画像決定部510を図7に基づき説明する。水平運動と非水平運動は精神物理学的な理論に基づいたアルゴリズムを用いて区分する。非水平運動による垂直時差は相同点と呼ばれる二つのマッチング点間の垂直成分の差である。かかる垂直時差は両目が映像を溶断(fusion)することを極めて難しく不便にすることはよく知られている。精神物理学実験によれば、垂直時差のサイズは少なくとも最大垂直溶断臨界角 $\theta_v$ が角度としては $10'$  (minutes of arc) 以内であるべきだと提案した。他の実験においては $\theta_v$ は角度としては $6'$ の垂直時差を満たすべきであるが、映像溶断されれば $\theta_v$ が角度としては $20'$ になんでも溶断が安定的に発生すると観察された。従って、段階700においては、 $6'$ ないし $20'$ の範囲内の任意の値を最大垂直溶断臨界角 $\theta_v$ と設定する。かかる $\theta_v$ のディスプレイモニターにおける距離 $V$ は画像における最大垂直時差臨界値であり、図8の関係図を用いれば次の数式により計算される(段階710)。

【0010】

【数8】

$$L_V = 2 \cdot D \cdot \tan\left(\frac{\theta_V}{60 \cdot 2}\right) \cdot \left(\frac{N_V}{W_V}\right)$$

$\theta_V$ の単位が分(minute)なので度(degree)で示すためには60で割るべきである。LVの単位はピクセルである。Dは視距距離であり、単位はcmである。NVは画像の垂直サイズであり、WVは画像のディスプレイモニターにおける垂直長さである。単位はcmである。LVは非水平運動を決定する役割を担う。動きベクトルの垂直成分dyがLVより大きい非水平マクロブロックの個数であるNLVを計算し(段階720)、NLV及びNMBの比率 $\alpha_V$ は次の式により計算される(段階730)。

【0011】

【数9】

$$\alpha_V = \frac{N_{LV}}{N_{MB}}$$

もし、 $\alpha_V$ が臨界値TVより大きければ現在画像を非水平動画像と決定し、小さければ水平動画像と決定する(段階740)。 $\alpha_V$ は画像が水平運動及び非水平運動のうちいずれの運動をするかを決定する極めて大事な要素である。実際の立体画像において非水平運動を行う小さな物体も立体感に影響を与える。従って、画像内で非水平運動マクロブロックの個数が $\alpha_V$ を決定すると判断する。 $\alpha_V$ 値は実験を通してカメラ静止状態で非水平物体運動が、カメラが運動している時の非水平物体運動より目の疲労感が高い。なぜならば、前者の場合、静止領域と運動領域の時差が大きい一方、後者の場合は相対的に時差が少ない。カメラ静止状態では $\alpha_V$ を0.05にし、カメラ運動状態では $\alpha_V$ を0.15とする。非水平動画像ならば動きベクトルを収録している現在画像のデータは水平動画像発生部530へ供給される。それとも水平/高速動画像決定部520へ入力される。水平/高速動画像決定部520は人が目のひろを感じる最大水平時差値を決定する。精神物理学実験によれば、平均水平溶断臨界角 $\theta_H$ は負の時差(negative parallaxまたはcrossed disparity)においては約27°であり、正の時差(positive parallaxまたはuncrossed disparity)においては約24°である。約2秒の時間間隔の人間時刻の収斂応答は前述の時差値よりは大きいが、負の時差では約4.93°であり、正の時差においては1.57°が人間の立体視覚を収斂できる臨界角であることが証明された。段階900においては、この水平溶断臨界角 $\theta_H$ が設定され、ディスプレイモニターにおける最大水平時差臨界角LHは図10の関係図を用いて次のように求められる(段階910)。

【0012】

【数10】

$$L_H = 2 \cdot D \cdot \tan\left(\frac{\theta_H}{2}\right) \cdot \left(\frac{N_V}{W_V}\right)$$

ここで、Dは人の目とスクリーンまでの視距距離であ

る。NVは画像の水平サイズであり、WVは画像のディスプレイモニターにおける垂直長さである。単位はcmである。式10により得た値は人が最大に克服できる臨界値なので、この値の加重値を選択した。従って、加重されたLHは次のように求められる(段階910)。

【0013】

【数11】

$$L_H = 2 \cdot D \cdot [\omega_1 \tan\left(\frac{1.57}{2}\right) + \omega_2 \tan\left(\frac{4.93}{2}\right)] \cdot \left(\frac{N_V}{W_V}\right)$$

により求められる。加重値 $\omega_1$ と $\omega_2$ が0.5なら二つの値の平均値である。次いで、水平/高速運動決定部520は水平運動する現在画像から立体感を供する溶断を困難にする高速運動する部分を決定する。決定方法は精神物理学理論に基づく。マクロブロック動きベクトルの水平成分dxの絶対値がLHより大きな高速運動するマクロブロックの個数NLHを計算し(段階920)、NLHと全マクロブロック個数NMBとの比率 $\alpha_H$ は段階930において次の式を用いて求められる。

【0014】

【数12】

$$\alpha_H = \frac{N_{LH}}{N_{MB}}$$

段階940において、もし $\alpha_H$ が臨界値THより小さければ水平運動と決定され、そうでなければ高速運動と決定される。ここで、THは0.0と1.0との間に存する値である。高速運動する現在画像の場合、合成高速動画像発生部550が必要な合成画像、すなわち現在画像に応する立体画像を生成するに必要な合成高速動画像を発生する。一方、水平運動する現在画像の場合、合成高速動画像発生部560が現在画像の立体処理に必要な合成水平動画像を発生する。このため、水平/高速動画像決定部520は現在画像が水平動画像及び高速動画像のうちいずれかにより、動きベクトルを収録している現在画像のデータを合成高速動画像発生部550及び合成水平動画像発生部560のうち該当機器へ供給する。図11は合成水平動画像発生部560を動作説明するための流れ図である。合成水平動画像発生部560は現在画像に対する平均運動速度と最大運動速度を計算する(段階1100)。平均運動速度はdx値が0でない全ての水平動きベクトル成分の絶対値の平均であって、次の通りである。

【0015】

【数13】

$$\overline{dx} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |dx_i|$$

ここで、Nは現在画像内でdxが0でないマクロブロックの個数である。最大水平運動速度 $dx_{max}$ は最大水平動きベクトル成分値であって、次の通りである。

【0016】  
【数14】

$$dx_{max} = \max_i |dx_i|, \quad i=1,2,\dots,N$$

次いで、合成水平動画像発生部560は段階1101において現在画像に応ずる遅延画像、すなわち現在画像の立体処理に使われる以前画像を決定する。この段階1101においては、まず最大水平運動値 $dx_{max}$ と最大水平時差臨界値 $LH$ とを比較して以前画像を決定する。図9の段階910で求めた $LH$ を用いて立体画像を構成するためには、以前画像(previous frame)のうち一つを選択すべきである。これを決定するためには遅延要素(delay factor)を計算する。運動類型が水平運動の場合は現在画像と遅延画像を適宜に左眼(the left eye)と右眼(the right eye)に示すべきであるが、現在画像において時間軸に以前に存するK個の以前画像のうち一つの画像を選択すべきである。遅延要素は運動速度と関係あるが、平均運動速度または最大運動速度を選ぶ方法がある。前者は一つのマクロブロックが立体感に大きな影響を与える短所がある。後者は全ての水平時差が最大水平時差臨界値より小さい長所がある。現在画像を $I_k$ にし、以前画像を $I_{k-n}$ ( $n=1, 2, \dots, \infty$ )と定義する。遅延要素を用いて運動速度が早ければ現在画像と近い以前画像を選び、遅ければ遠くに存する以前画像を選ぶ。遅延要素 $fD$ は次のように求められる。

【0017】  
【数15】

$$fD = \frac{SDA[f]}{SDA[f]}$$

$dx_{max}$ は $LH$ より等しいか小さいので、 $fD$ の最小値は1である。ROUND[]は四捨五入演算子である。運動量が少ない場合は分母値が小さいため $fD$ の値が大きくなる。以前画像の貯蔵のためにはメモリが必要である。メモリの量は有限なので $fD$ の最大値は3とする。メモリに常に以前 $K$ 個の画像が貯蔵されるべきである。従って、 $K$ は適応的に定める。 $K$ 値は $LH$ により適応的に決定できる。 $fD$ が求められれば現在画像 $I_k$ と以前画像 $I_{k-fD}$ の二つの画像で立体画像を構成する。以前画像貯蔵部160は $K$ 個の以前画像のデータを貯蔵する。段階1101が完了されれば、合成水平動画像発生部560は水平運動する現在画像に応ずる合成画像を生成する。水平動画像の立体変換は現在画像と以前画像で立体画像を作るのが最善の方法である。現在画像と以前画像を左側画像と右側画像のうちいずれに決定する方法は次の二種がある。一番目の方法は、現在画像を左側画像に、以前画像を右側画像にしたり(以下、「モードA」と称する)、二番目の方法として、現在画像を右側画像に、以前画像を左側画像にする方法がある(以下、「モードB」と称する)。水平動画像の場合、モードAとモードBを決定することは極めて大事な問題である。モードAまたはモードBへの決定を表3ないし表4に基づき説明する。

【0018】

【表2】

| 運動種類 | カメラ運動 | 物体運動 | 左側映像 | 右側映像 |
|------|-------|------|------|------|
| (1)  | 右側    | 無    | 以前映像 | 現在映像 |
| (2)  | 左側    | 無    | 現在映像 | 以前映像 |
| (3)  | 無     | 右側   | 現在映像 | 以前映像 |
| (4)  | 無     | 左側   | 以前映像 | 現在映像 |
| (5)  | 右側    | 右側   | 現在映像 | 以前映像 |
| (6)  | 右側    | 左側   | 以前映像 | 現在映像 |
| (7)  | 左側    | 左側   | 以前映像 | 現在映像 |
| (8)  | 左側    | 右側   | 現在映像 | 以前映像 |
| (9)  | 右側    | 左右   | 以前映像 | 現在映像 |
| (10) | 三側    | 左右   | 以前映像 | 現在映像 |

【0019】

【表3】

| 運動種類 | PDA(第1方向) | PDA(第2方向) | カメラ運動 | 物体運動 |
|------|-----------|-----------|-------|------|
| (2)  | +         | +         | 左側    | 無    |
| (3)  | 0 I       | +         | 無     | 右側   |
| (5)  | -         | 0         | 右側    | 右側   |
|      | -         | +         | 右側    | 右側   |
| (8)  | +         | +         | 左側    | 右側   |

【0020】

【表4】

| 運動種類 | PDA(第1方向) | PDA(第2方向) | カメラ運動 | 物体運動 |
|------|-----------|-----------|-------|------|
| (1)  | +         | -         | 右側    | 無    |
| (4)  | 0 I       | -         | 無     | 左側   |
| (6)  | -         | -         | 右側    | 左側   |
| (7)  | +         | +         | 左側    | 左側   |
|      | -         | 0         | 左側    | 左側   |

モードAまたはモードBへの決定は、先に抽出された動きベクトルフィールドで運動種類を決定すべきである。動きベクトルの水平成分のみを用いる。現在画像において存するカメラ及び物体の動きは表2に示される10種の運動種類がある。各運動種類によるカメラ運動と物体動き方向があり、決定される左側画像と右側画像がある。動きベクトルフィールドの分析において10種の運動種類が決定されれば最終に現在画像と以前画像を左眼／右眼または右眼／左眼にディスプレイする。表2の運動種類を再び分類すれば次の四種の場合はモードAを選ぶ。2) カメラ左側運動3) 物体右側運動5) カメラ右側運動及び物体右側運動8) カメラ左側運動及び物体右側運動があり、方法Bが選択される場合は1) カメラ右側運動4) 物体左側運動、6) カメラ右側運動及び物体左側運動7) カメラ左側運動及び物体左側運動9) カメラ右側運動及び物体左右側運動10) カメラ左側運動及び物体左右側運動がある。従って、本発明においては動きベクトルフィールドをモードAとモードBに分類する決定要素を採る。各運動種類の動きベクトルフィールドを分析すれば、カメラ運動と関係なく物体の運動方向が右側に進められれば無条件モードAを選び、カメラ運動と関係なく物体の運動方向が左側へ進められれば無条件モードBが選ばれる。例えば、カメラが右側運動状態であり、物体の水平運動成分が0なら方法Aを選び、カメラの方向が左側に進まれ物体の水平運動成分が0ならモードBが選ばれる。図11の流れ図の説明に戻って、段階

1102において現在画像は一次決定領域(Primary Decision Area: 以下、PDAと称する)と二次決定領域(Secondary Decision Area: 以下、SDAと称する)に分割される。一次決定領域(PDA)は図12に示された全面像領域において内側四角形 $[\tau Nx, (1-\tau) Nx] \times [\tau Ny, (1-\tau) Ny]$ を除いた領域であり、二次決定領域(SDA)は $[\tau Nx, (1-\tau) Nx] \times [\tau Ny, (1-\tau) Ny]$ 領域である。 $\tau$ 値の範囲は[0.0, 0.5]に存する。PDAはカメラ運動を決定し、SDAではカメラ及び物体運動を決定する。カメラ運動方向を決定するPDAに存するマクロブロックの水平動きベクトル成分は負の符号、0の符号、正の符号を有している。段階1103において符号により各マクロブロックの水平運動成分が分類される。次いで、負の符号の個数、0の符号の個数及び正の符号の個数を計算する(段階1104)。この個数をそれぞれPDA[0]、PDA[1]、PDA[2]と定める。この個数は該当マクロブロックの個数と同一である。PDA[0]、PDA[1]、PDA[2]において一番個数が多いものをPDA[i\*]とする(段階1105)。i\*{0, 1, 2}、i\*は第1方向として表3及び表4において使うPDA[MVO]を'+'、'0'、'-'のうち一つと決定する。この結果は後で段階1112において使われる。段階1106においてSDAが解釈される。物体、カメラまたはカメラと物体動きの決定はSDAを用いて行われる。まず、SDA内に存するマクロブロック動きベクトルの水平成分の符号を分類する(段階1106)。次いで負の符号の個数、0の符号の個数及び正の

符号の個数を計算する(段階1107)。この個数は該当マクロブロックの個数と同一である。かかる個数をSDA[0]、SDA[1]、SDA[2]と定める。これらのうちSDA[i\*]を除いた残りの2個のうち一番多數のものを選びSDA[j\*]と定める(段階1108)。j\*を第2方向と定める。また、第2方向を除いた残りの二つのうち個数の多いものを選ぶ。これを第3方向と定める。SDAにはカメラ及び物体の運動が同時に存しうる。従って、第2方向についての正確性が調べられる。初期第2方向は物体運動と仮定する。次の過程は第2方向が物体運動による方向か、あるいはカメラ運動による方向かを決定すべきである。次のような方法を使用した。第1に、第1方向と第2方向に存する個数の比率γSDAは次の数式により計算される(段階1111)。

【0021】

【数16】

$$\gamma_{SDA} = \frac{SDA[i^*]}{SDA[j^*]}$$

第2に、SDA内の水平距離( $\tau_{Nx}$ 、 $(1-\tau)_{Nx}$ )において水平運動成分が均等に分布されている時の平方偏差 $\sigma_{u2}$ と第2方向に存する水平運動成分の画像内における水平位置値の平方偏差 $\sigma_{SDA2}$ (段階1109で計算)の比率 $\gamma_{\sigma}$ は段階1110で次の数式を用いて計算される。

【数17】

$$\gamma_{\sigma} = \frac{\sigma_{u2}^2}{\sigma_{SDA2}^2}$$

段階1112において、もし、SDAが臨界値γより大きく、γが1より大きければ第2方向は変更なく、それとも第2方向は第3方向により置き換えられる。第2方向が'+'(右側運動)を指すか、第1方向が'-'(左側運動)及び第2方向が'0'(停止状態)を指すとモードAが選ばれ、他の全ての場合はモードBが選ばれる。合成水平動画像発生部540は運動類型が非水平運動と決定されれば立体画像を生成する。図13に示された流れ図を用いて説明する。段階1300において、カメラと物体運動が存すると判断されれば、図11の段階1105から得られる第1方向をカメラ運動方向に決定し(段階1301)、カメラ運動方向と逆の静止または運動マクロブロックを抽出する(段階1302)。カメラ運動方向を有するマクロブロックには同一な正の(positive)時差値を与え、他のマクロブロックは0の時差を有させる(段階1303)。すなわち、マクロブロックは0の時差または任意の値の正の時差を有する。時差値ほどマクロブロックが水平移動され(段階1309)、合成画像が生成される(段階1310)。段階1300及び段階1304によりカメラは静止状態であり、物体のみ運動する画像と判断されれば、静止状態のマクロブロックは同一な正の時差を与え、運動マクロブロックには0の時差を与える(段階1305)。段階1309では時差値ほどマクロブロックが水平に移動され、段階13

10で合成映像として生成及び出力される。段階1300及び段階1304により物体の運動なしでカメラのみ運動する画像と決定されれば、カメラの水平運動成分の符号と異なる動きベクトルを修正し(段階1306)、正確な動きベクトルを得るためエッジ(edge)情報を用いる。段階1307においてマクロブロックのエッジ方向が決まる。これを図14に基づき詳しく説明する。

1) カメラ方向が左側か右側かは図11の段階1105において説明した方式で決まる。マクロブロックの動きベクトルの水平成分がカメラ運動方向と違う場合は動きベクトルを修正する。マクロブロックMB(n1, n2)の動きベクトルがカメラ方向と違う場合は以前MB(n1-1, n2)の動きベクトル値に置き換える。MB(n1+1, n2)は具現の困難のため用いない。

2) マクロブロックでエッジが存するかを調べる。図14に示した5種の方向フィルタを使う。マクロブロックのサイズは $16 \times 16$ であるが、説明を目的としたものなので $8 \times 8$ サイズで示す。まず、T5を用いてマクロブロックのエッジの存在を調べる。マクロブロック内のピクセル値の平方偏差が臨界値Tより大きければエッジが存し、そうでなければエッジが存しない。エッジが存すればT1, T2, T3, T4において平方偏差を求めて最小のフィルタを求めればエッジ方向が求められる。従つて、各マクロブロックは非エッジMB及びエッジMBであつてエッジMBはエッジ方向を有する。垂直エッジは立体感に大事な役割を果たすため、現在エッジマクロブロックにはこの直上のマクロブロックでエッジ方向を有する三つのマクロブロックでエッジ方向を有するエッジマクロブロックを用いる。

3) カメラ運動では以前画像の運動と密接な関係がある。従つて、運動時差を求める際は以前マクロブロックの動きベクトルを考慮する。段階1308では動きベクトルが時差に変換され改善された時差値が計算される。抽出した各マクロブロックの動きベクトルは水平成分と垂直成分より構成されているが、垂直成分は立体画像を観察する際深さを感じられなくて目の疲労をもたらす。垂直成分を無くすために動きベクトルを水平時差値に変換する。動きベクトルの時差変換は次の三つの方法を用いる。マクロブロックの動きベクトルが得られれば垂直運動成分の影響を無くすために動きベクトルのノルマ(norm) dMBを求める。動きベクトルのノルマは次の通りである。

【0022】

【数18】

$$d_{MB} = \sqrt{d_x^2 + d_y^2}$$

上記式において $d_x$ と $d_y$ はマクロブロック動きベクトルの水平及び垂直成分である。または次式を用いられる。

【0023】

【数19】

$$d_{MB} = \text{MAX}(|d_x|, |d_y|)$$

上記式の長所は演算量を減らせる。また、水平成分のみ用いて次式を用いられる。

【0024】

【数20】

$$d_{MB} = |d|$$

上記式は最大に演算量を減らせる。負の時差を得るためにには全てのマクロブロックを右側に水平移動して左側画像を合成する。正の時差では立体画像を見る際スクリーンから背面に3-D深さ感が生ずる。正の時差を得るためにには実際の水平時差は次のように求められる。

$$px(n_1, n_2) = \frac{1}{3} [px_A(n_1, n_2) + px_{A-1}(n_1, n_2) + \sum_{i=1}^1 \delta((n_1, n_2), (n_1 - i, n_2 - 1)) \cdot px_A(n_1 - i, n_2 - 1)]$$

ここで、 $\delta$ は  $(n_1, n_2)$  に存するマクロブロックと  $(n_1 - 1, n_2 - 1)$  に存するマクロブロック間のエッジ方向の差である。 $\delta$  値はエッジ方向の差が 0 度なら 1, 45 度なら 1/2, 90 度なら 0 である。または  $\delta$  値は他の方法で定められる。同様に、段階 1309 により時差値ほどマクロブロックを水平移動し、合成画像を生成する（段階 1310）。合成高速動画像発生部 550 は運動類型が水平運動と決定されれば立体画像のための合成画像を生成する。図 15 に示された流れ図を参照して説明する。立体画像は現在画像と今成画像より構成されるが、合成画像生成過程は、まず直前画像を抽出する（段階 1500）。以前画像は段階 1504 で使われる。画像の全てのマクロブロックのうち最大水平時差 LH より大きな動きベクトル水平成分を有しているマクロブロックを抽出する（段階 1501）。次いで抽出されたマクロブロックの動きベクトル水平成分を LH に置き換える（段階 1502）。この LH 値ほど該当マクロブロックを水平移動する（段階 1503）。水平移動されたマクロブロックと段階 1500 から出力された以前画像を合成する（段階 1504）。合成静止画像発生部 530 は運動類型が静止状態と決定されれば静止画像の立体変換に立体画像を生成する。図 15 に示された流れ図を用いて説明する。画像がカラー画像ならグレイレベル画像に変換する（段階 1500）。グレイレベルは [0, 255] の範囲を有する場合、256 を N 個の区間に分けて各グレイレベルを該当区間に分類する（段階 1510）。各区間は輝度が異なるため、輝度が大きいほど深さ情報を大きく与え、低いほど深さ情報を少なく与える（段階 1502）。深さ情報を用いて応ずる水平時差に変換する（段階 1503）。該水平時差により各マクロブロックを水平移動して合成画像を生成する（段階 1504）。左／右側画像決定部 150 は立体画像生成部 140 の出力から表 2 ないし表 4 に説明した方法を用いて左側画像と右側画像を決定する。以前画像貯蔵部 160 は前述したように立体画像生成部 140 の合成画像発生に必要な以前画像を貯蔵するものであって、現在画像より以前に

【0025】

【数21】

$$d_{MB}^* = \text{MAX}(d_{MB}) - d_{MB}$$

ここで、 $\text{MAX}(d_{MB})$  は予め定めた値または各画像のマクロブロックの運動ノルマの最大値と定められる。つまり、段階 1308 において計算されるエッジを用いる改善された時差値は次の通りである。

【0026】

【数22】

存する K 個の画像を貯蔵する。新たな画像が貯蔵されば、以前画像貯蔵部 160 内の最先に貯蔵された画像は無くなる。DAC170, 180 は左／右側画像決定部 150 から出力される左／右側画像データをアナログ信号に変換してディスプレイバッファ（図示せず）に貯蔵する。前述した過程を経てモニターにディスプレイされる立体映像を鑑賞するためには立体映像と同期させる立体眼鏡が必要になる。

【発明の効果】以上述べたように本発明によれば、MPEG の立体変換のために映像内の運動解析により静止画像、非水平動画像、高速動画像および水平動画像に分類して各画像に最適の立体画像を生成することにより、安定した立体感を得られる。本発明は MPEG を用いる MPEG-2 HDTV, MPEG-2 DVD プレーヤ、MPEG-1 ビデオ CD などに用いて立体視感が可能になり、MPEG を用いていない NTSC TV, VCR などにも使える。内視鏡、超音波を用いる医療分野にも適用して立体で映像を判読することにより診断効率を高められる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の望ましい実施形態による MPEG データの立体映像生成装置である。

【図 2】動きベクトル生成部の詳細な構造を示すブロック図である。

【図 3】I 画像マクロブロックに重なる B 画像マクロブロックの重ねを示す図である。

【図 4】I 画像の動きベクトルを復元するために使われる動きベクトルの方向図である。

【図 5】運動類型決定部及び立体画像生成部の詳細な構造を示すブロック図である。

【図 6】高速動映像を立体映像に変換する方法を説明するための流れ図である。

【図 7】水平動映像と非水平動映像を決定する流れ図である。

【図 8】最大水平落断限界角と最大水平時差との関係を示す図である。

【図9】高速動映像を決める流れ図である。

【図10】最大垂直溶断境界角と最大垂直時差との関係を示す図である。

【図11】水平動映像を立体映像に変換する方法の流れ図である。

【図12】映像領域を一次決定領域と二次決定領域に分割して示す図である。

【図13】非水平動映像を立体映像に変換する方法の流れ図である。

【図14】エッジ方向を決めるために用いられる方向フィルタを示す図である。

【図15】高速動映像を立体映像に変換する方法の流れ

図である。

【図16】静止映像を立体映像に変換する方法の流れ図である。

【符号の説明】

100 画像抽出部

110 動きベクトル生成部

120 動きベクトルフィールド構成部

130 運動類型決定部

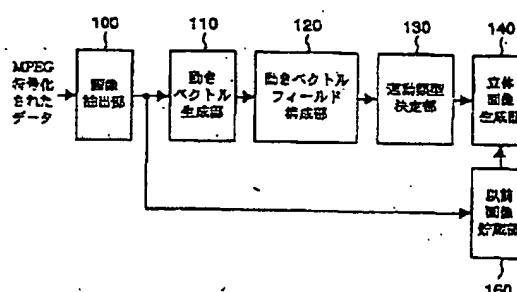
140 立体画像生成部

150 左／右側画像決定部

150 以前画像貯蔵部

170, 180 DAC

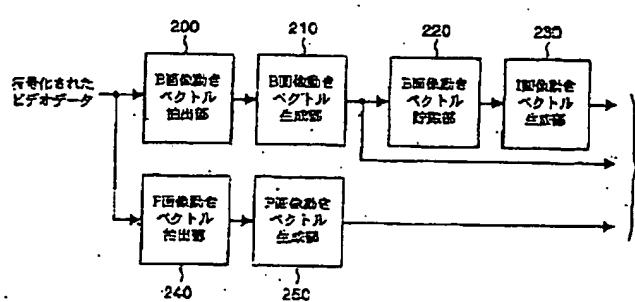
【図1】



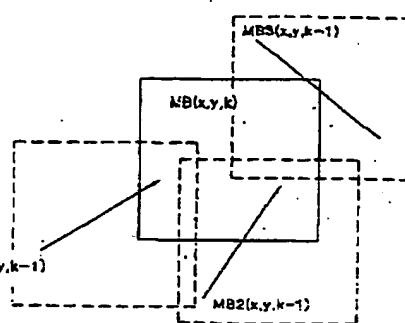
【図4】



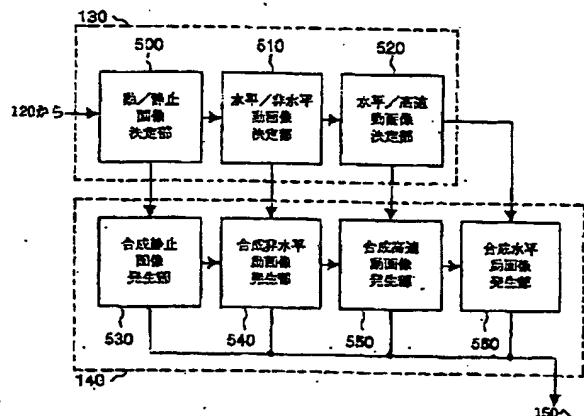
【図2】



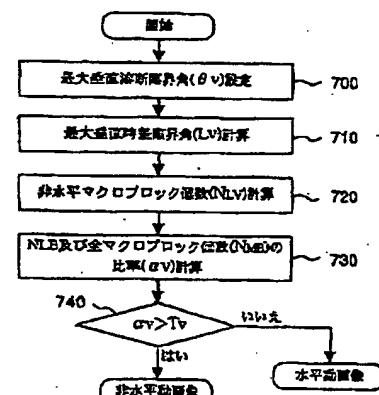
【図3】



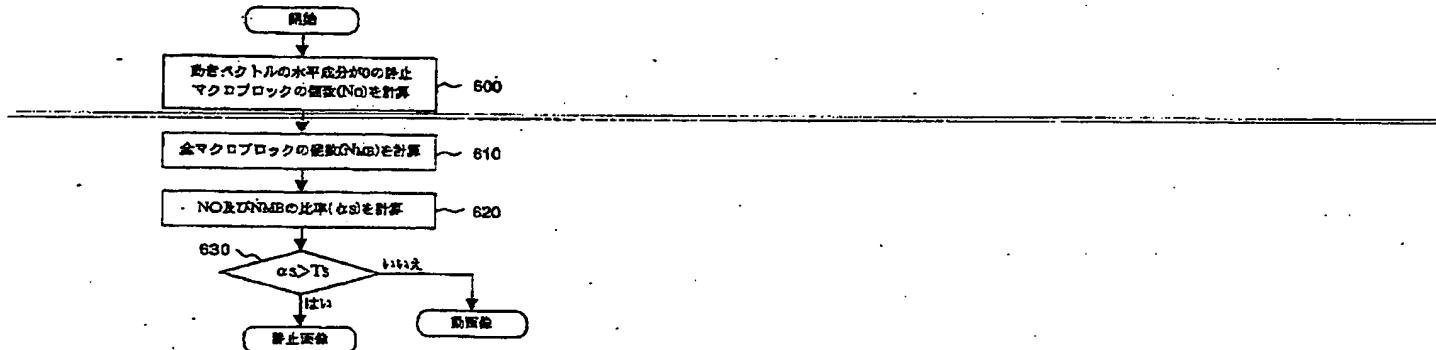
【図5】



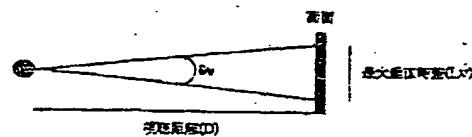
【図7】



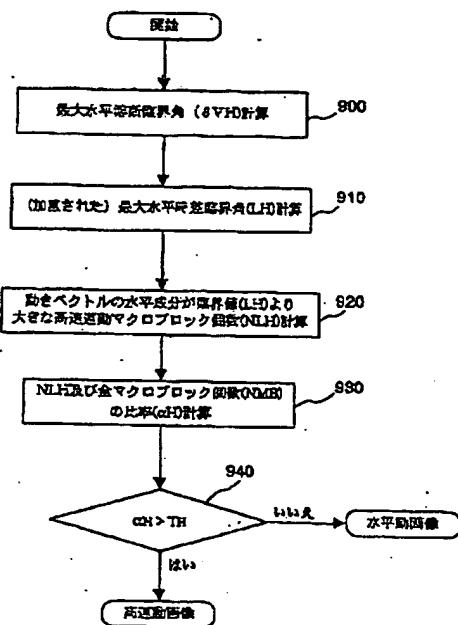
【図6】



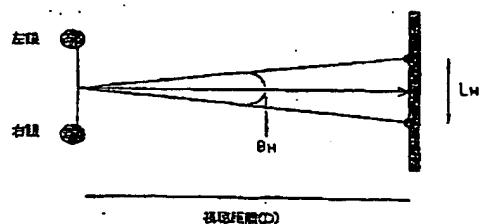
【図8】



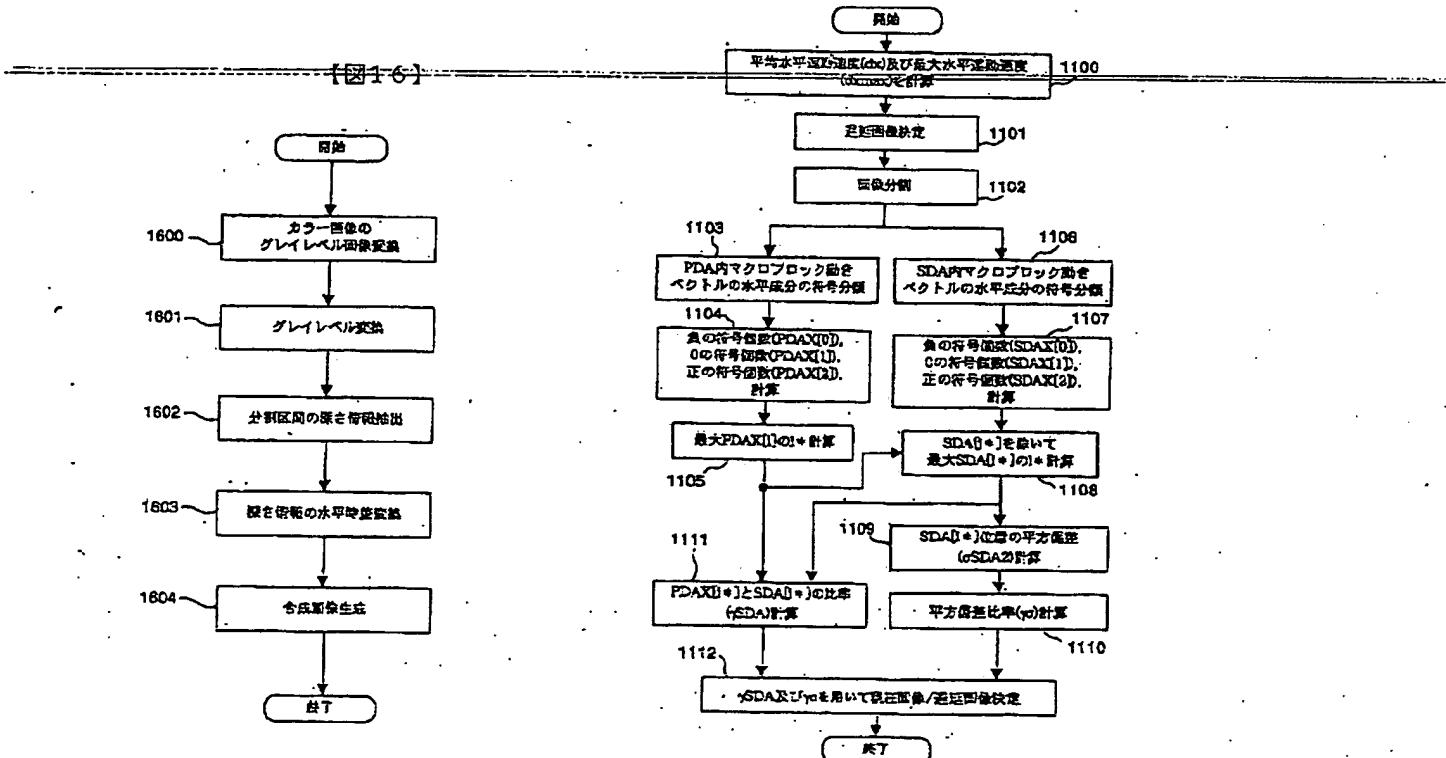
【図9】



【図10】

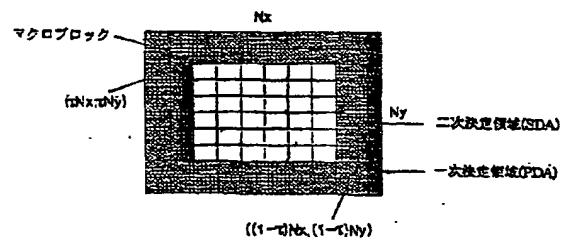


【図11】

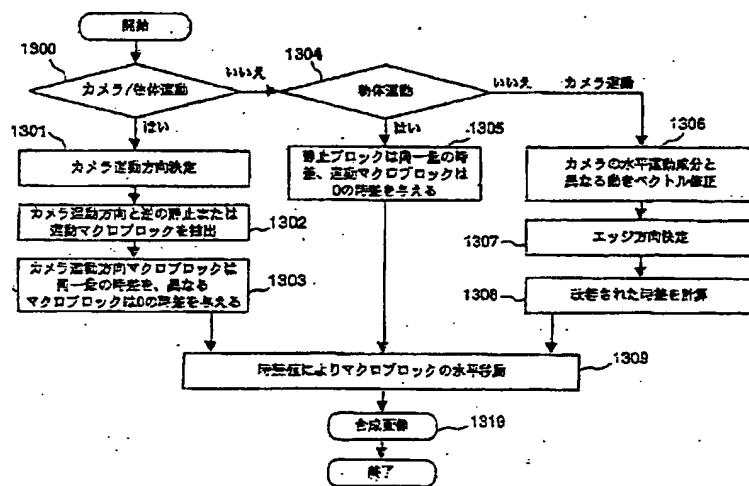


(15) 2001-16609 (P2001-166JL)

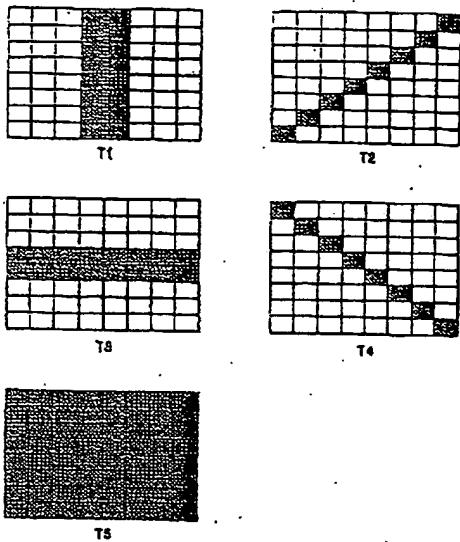
【図12】



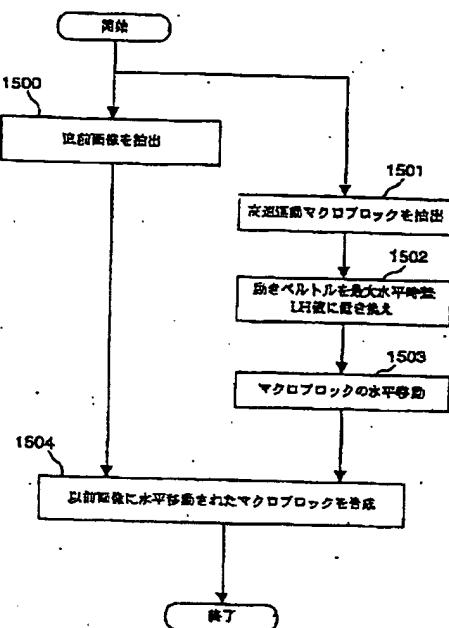
【図13】



【図14】



【図15】



## 【手続補正書】

【提出日】平成12年9月14日(2000.9.14)

## 【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

## 【補正内容】

【書類名】明細書

【発明の名称】MPEGデータを用いた立体映像生成装置及び方法

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 I、B及びP画像が収録してあるMPEG符号化されたデータを用いて立体映像を生成する装置において、

前記符号化された画像データを入力され、各画像内のマクロブロックに個別に応ずる動きベクトルを生成及び格納する動きベクトル生成及び格納手段と、

前記動きベクトル生成及び格納手段に供給される画像データを画像数K個だけ格納する画像格納部と、

前記動きベクトル生成及び格納手段に格納された動きベクトルを用いて現在画像に応ずる運動類型を決める運動類型決め手段と、

前記画像格納部に格納された以前画像及び決定された運動類型を用いて現在画像に応ずる合成画像を生成し、現在画像及び合成画像を出力する立体映像生成手段と、前記立体映像生成手段から現在画像及び合成画像を受信し、前記運動類型決め手段において決定された運動類型を用いて、現在画像を立体映像を構成する左側画像及び右側画像のうちいずれか一方と決定し、合成画像を他方と決定する左/右側画像決定部を含む立体映像生成装置。

【請求項2】 I、B及びP画像が収録してあるMPEG符号化されたデータを用いて立体映像を生成する方法であって、

前記符号化された画像データを入力され、各画像内のマクロブロックに個別に応ずる動きベクトルを生成及び格納する第1工程と、

前記符号化された画像データから復元される画像をK個だけ格納する第2工程と、

第1工程において格納された動きベクトルを用いて現在画像に応ずる運動類型を決定する第3工程と、

第2工程において格納された以前画像及び第3工程において決定された運動類型を用いて現在画像に応ずる合成画像を生成し、現在画像及び合成画像を出力する第4工程

程と、

第4工程から現在画像及び合成画像を受信し、第3工程において決定された運動類型を用いて現在画像を立体映像を構成する左側画像及び右側画像のうちいずれか一方に決定して、合成画像を他方に決定する第5工程を含む立体映像生成方法。

【請求項3】 前記動きベクトル生成及び格納手段は、

前記MPEG符号化されたデータから各I、B、P画像のデータを抽出する画像抽出部と、

前記画像抽出部において抽出されたB画像データからB画像の各マクロブロック別に動きベクトルを抽出及び生成するB画像動きベクトル生成部と、

前記画像抽出部において抽出されたP画像データからP画像の各マクロブロック別に動きベクトルを抽出及び生成するP画像動きベクトル生成部と、

前記B画像動きベクトル生成部から生成されたB画像の動きベクトルを用いてI画像の動きベクトルを生成するI画像動きベクトル生成部と、

前記B画像動きベクトル部、P画像動きベクトル生成部、I画像動きベクトル生成部からそれぞれ入力される動きベクトルから対応する各画像の動きベクトルフィールドを構成する動きベクトルフィールド構成部を含む、請求項1に記載の立体映像生成装置。

【請求項4】 前記運動類型決め手段は、

前記動きベクトル生成及び格納手段において生成された現在画像に応する動きベクトルを分析し、現在画像の運動類型を、静止画像、非水平運動画像、水平運動画像及び高速運動画像のうちいずれかに決定することを特徴とする、請求項1に記載の立体映像生成装置。

【請求項5】 前記運動類型決め手段は、

現在画像の全体マクロブロックのうち前記各運動類型に対応する運動特性を有するマクロブロックが占める比率に基づいて現在画像の運動類型を決定することを特徴とする、請求項4に記載の立体映像生成装置。

【請求項6】 前記運動類型決め手段は、

運動/静止画像決定部、水平/非水平運動画像決定部、及び水平/高速運動画像決定部のうち少なくとも一つを含み、

前記運動/静止画像決定部は、現在画像の全体マクロブロックのうち静止マクロブロックが占める比率に基づいて現在画像の運動類型を静止画像と運動画像のうちのいずれかに決定し、

前記水平/非水平運動画像決定部は、現在画像の全体マクロブロックのうち最大垂直溶断距離界角と最大垂直視差距離界値に基づく非水平マクロブロックが占める比率に基づいて現在画像の運動類型を非水平運動画像と水平運動画像のうちのいずれかに決定し、

前記高速/水平運動画像決定部は、現在画像の全体マクロブロックのうち最大水平視差距離界値に基づく高速運動

マクロブロックが占める比率に基づいて現在画像の運動類型を高速運動画像と水平運動画像のうちのいずれかに決定することを特徴とする、請求項1に記載の立体映像生成装置。

【請求項7】 前記立体映像生成手段は、合成静止画像発生部、合成非水平運動画像発生部、合成高速運動画像発生部及び合成水平運動画像発生部のうち少なくとも一つを含み、

前記合成静止画像発生部は、前記運動類型決定手段において現在画像の運動類型が静止画像と決定されたら、現在画像内の所定各マクロブロックの輝度及び/又はその標準偏差を用いて深さ情報を異なるように割り当て、これを水平視差に変換して前記合成画像を生成し、

前記合成非水平運動画像発生部は、前記運動類型決定手段において現在画像の運動類型が非水平運動画像と決定されたら、現在画像内でカメラ及び物体が全て運動する場合にはカメラ運動方向と同じマクロブロックとそうでないマクロブロックの間で視差値を異なるように割り当てて前記合成画像を生成し、物体のみが運動する場合には運動マクロブロックと静止マクロブロックの間に視差値を異なるように割り当てて前記合成画像を生成し、カメラのみが運動する場合には現在マクロブロックのエッジ特性により周辺の少なくとも一つのエッジマクロブロック及び以前画像のマクロブロックの動きベクトルを用いて現在マクロブロックに対応する視差値を求めて前記合成画像を生成し、

前記合成高速運動画像発生部は、前記運動類型決め手段において現在画像の運動類型が高速運動画像と決定されたら、現在画像内高速運動マクロブロックの動きベクトルを最大水平視差値に変換し、その最大水平視差値だけ水平移動させ、これを直前の以前画像に合成して前記合成画像を生成し、

前記合成水平運動画像発生部は、前記運動類型決め手段において現在画像の運動類型が水平運動画像と決定されたら、最大水平視差臨界値及び現在画像内動きベクトルの所定水平運動値に基づく以前画像を前記合成画像として発生する、請求項4に記載の立体映像生成装置。

【請求項8】 前記右/左側画像決定部は、

前記運動類型決定手段において現在画像の運動類型が水平運動画像でない運動類型と決定される場合には第1モードを選択し、

前記運動類型決定手段において現在画像の運動類型が水平運動画像と決定される場合にはその水平運動画像内のカメラ及び/又は物体の運動種類によって第1モード及び第2モードのうちのいずれかを適応的に選択し、

前記第1モードは現在画像を左側画像と、そして対応する合成画像を右側画像と決定する立体映像のディスプレイモードであり、前記第2モードは現在画像を右側画像と、そして対応する合成画像を左側画像と決定する立体映像のディスプレイモードであることを特徴とする、請

求項4に記載の立体映像生成装置。

【請求項9】 前記第1工程は、前記画像データが収録してあるビットストリームを構文分析してI、P、B画像のデータを抽出し、これを用いて各マクロブロック別に動きベクトルを抽出及び生成して対応する画像の動きベクトルフィールドを構成することを特徴とする、請求項2に記載の立体映像生成方法。

【請求項10】 前記第1工程は、前記抽出された画像データがB画像のデータである場合、その画像データに含まれる動きベクトルをマクロブロック別に抽出し、これを予測符号化時に適用された画像間隔(M)を考慮してスケーリングし、動きベクトルを持っていないマクロブロックに対しては補間技法を適用して該当マクロブロックの動きベクトルを求め、前記スケーリングされた動きベクトル及び補間された動きベクトルでB画像の動きベクトルフィールドを構成することを特徴とする、請求項9に記載の立体映像生成方法。

【請求項11】 前記第1工程は、前記抽出された画像データがP画像のデータである場合、その画像データに含まれた動きベクトルをマクロブロック別に抽出し、これを予測符号化時に適用されたI/P画像とP画像間の間隔(M)を考慮してスケーリングし、動きベクトルを持っていないマクロブロックに対しては補間技法を適用して該当マクロブロックの動きベクトルを求め、前記スケーリングされた動きベクトル及び補間された動きベクトルでP画像の動きベクトルフィールドを構成することを特徴とする、請求項9に記載の立体映像生成方法。

【請求項12】 前記第1工程は、前記抽出される画像データがI画像のデータである場合、I画像の以前に逆方向予測された少なくとも一つの前記B画像の動きベクトルを用いて前記I画像の動きベクトルを求めるることを特徴とする、請求項9または請求項10に記載の立体映像生成方法。

【請求項13】 前記I画像の動きベクトルは、I画像内の各マクロブロックと対応する前記B画像のマクロブロックの動きベクトルを用いて求め、

前記B画像の対応位置マクロブロックの動きベクトル及びそれらの動きベクトルの全体方向を全て考慮する第1方式と、前記対応位置マクロブロックの動きベクトルのみを考慮する第2方式、及び前記対応位置マクロブロックの面積のみを考慮する第3方式のうちのいずれかを用いて前記I画像の動きベクトルを求めるることを特徴とする、請求項12に記載の立体映像生成方法。

【請求項14】 前記第3工程は、前記第1工程で格納された動きベクトルを用いて、現在画像の運動類型を静止画像、非水平運動画像、水平運動画像及び高速運動画像のうちのいずれかに決定することを特徴とする、請求項2に記載の立体映像生成方法。

【請求項15】 前記第3工程はさらに、現在画像の全体マクロブロックのうち前記各運動類型に対応する運動

特性を有するマクロブロックが占める比率に基づいて現在画像の運動類型を決定することを特徴とする、請求項14に記載の立体映像生成方法。

【請求項16】 前記第3工程は、画像の全体マクロブロックのうちで現在画像内静止マクロブロックが占める比率に基づいて現在画像の運動類型を静止画像と運動画像のうちのいずれかに決定する工程と、

画像の全体マクロブロックのうちで最大垂直視差臨界角と最大垂直視差臨界値に基づく現在画像内非水平マクロブロックが占める比率に基づいて現在画像の運動類型を非水平運動画像と水平運動画像のうちのいずれかに決定する工程と、

画像全体マクロブロックのうちで最大水平視差臨界値に基づく現在画像内高速運動マクロブロックが占める比率に基づいて現在画像の運動類型を高速運動画像と水平運動画像のうちのいずれかに決定する工程のうち、少なくとも一つを含むことを特徴とする、請求項15に記載の立体映像生成方法。

【請求項17】 前記現在画像の運動類型が静止画像と決定された場合に、

静止画像内の所定各ブロックの輝度及び/又はその標準偏差を用いて深さ情報を異なるように割り当て、これを水平視差に変換して前記現在画像に対応する合成画像を生成することを特徴とする、請求項14に記載の立体映像生成方法。

【請求項18】 前記現在画像の運動類型が非水平運動画像と決定された場合に、

非水平運動画像内においてカメラ及び物体が全て運動する場合には、カメラ運動方向と同じマクロブロックとそうでないマクロブロックの間に視差値を異なるように割り当てて前記現在画像に対応する合成画像を生成し、

非水平運動画像内において物体のみが運動する場合には、運動マクロブロックと静止マクロブロックの間で視差値を異なるように割り当てて前記現在画像に対応する合成画像を生成し、

非水平運動画像内においてカメラのみが運動する場合には、現在マクロブロックのエッジ特性によって周辺の少なくとも一つのエッジマクロブロック及び以前画像のマクロブロックの動きベクトルを用いて現在マクロブロックに対応する視差値を求めて前記現在画像に対応する合成画像を生成することを特徴とする、請求項14に記載の立体映像生成方法。

【請求項19】 前記現在画像の運動類型が高速運動画像と決定された場合に、

現在画像内の高速運動マクロブロックの動きベクトルを最大水平視差値に変換してその最大水平視差値だけ水平移動させ、これを直前の以前画像に合成して前記現在画像に対応する合成画像を生成することを特徴とする、請求項14に記載の立体映像生成方法。

【請求項20】 前記現在画像の運動類型が水平運動画像と決定された場合に、  
最大水平視差臨界値及び現在画像内動きベクトルの平均水平運動速度または最大水平運動速度に基づく以前画像を前記現在画像に対応する合成画像として生成し、  
水平運動画像内の前記水平運動速度が相対的に速ければ時間的に近い以前画像を、そして前記水平運動速度が相対的に遅ければ時間的に遅くに存する以前画像を選択することを特徴とする、請求項14に記載の立体映像生成方法。

【請求項21】 前記決定された運動類型によって立体映像の左側画像及び右側画像を決定する方法は、  
前記決定された現在画像の運動類型が水平運動画像でない運動類型では第1モードを選択し、  
前記決定された現在画像の運動類型が水平運動画像である場合にはその水平運動画像内のカメラ及び/又は物体の運動種類により、第1モード及び第2モードのうちいずれかを選択し、

前記第1モードは、現在画像を左側画像と、そして対応する合成画像を右側画像と決定する立体映像のディスプレイモードであり、前記第2モードは、現在画像を右側画像と、そして対応する合成画像を左側画像と決定する立体映像のディスプレイモードであることを特徴とする、請求項14に記載の立体映像生成方法。

【請求項22】 前記現在画像の運動類型が水平運動画像である場合には、

水平運動画像と決定された現在画像の動きベクトルフィールドを分析して、水平運動画像内においてカメラのみが左側に運動する場合、物体のみが右側に運動する場合、カメラ及び物体が全て右側に運動する場合、カメラは左側に運動し物体は右側に運動する場合においては前記第1モードを選択し、

水平運動画像内においてカメラのみが右側に運動する場合、物体のみが左側に運動する場合、カメラは右側に運動し物体は左側に運動する場合、カメラ及び物体が全て左側に運動する場合、カメラは右側に運動し物体は右左側に運動する場合、カメラは左側に運動し物体は右左側に運動する場合においては前記第2モードを選択することを特徴とする、請求項21に記載の立体映像生成方法。

【請求項23】 前記現在画像の運動類型が水平運動画像である場合には、

現在画像を範囲領域である第1領域及び中心領域である第2領域に両分し、第1領域及び第2領域それぞれに属するマクロブロックの水平動きベクトル方向とその個数、及びその分布度に基づいて現在画像内のカメラ及び/又は物体の運動種類を決定することを特徴とする、請求項21に記載の立体映像生成方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明はMPEGデータを用いて立体映像 (stereoscopic image) を生成する装置及び方法に係り、特にMPEGビットストリームで各I、P、B画像の動きベクトルを抽出し、現在映像以外にもう1枚の映像を作成して二枚の映像より構成された立体映像を生成する装置及び方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 本発明は二台のカメラ、すなわち立体カメラ (stereoscopic camera) を用いず、MPEG-1 CD、MPEG-2 HDTV、MPEG-2 DVDなどの二次元動き映像を直接に立体映像で見られるようとする技術である。さらに、本発明の商業的な利用範囲は家電分野のみならず、MPEGを使う全分野においてビデオ画面を立体で視聴できるようにする分野を含めて多くの領域に使える。

【0003】 本発明が従来の技術と異なる主な特徴の一つは、従来の技術はNTSC信号を入力され映像信号を立体映像信号に変換することに比べ、本発明はMPEG圧縮データを入力信号として受けて立体映像信号に変換させる。また、MPEG圧縮データで立体映像を生成するので、従来の技術とは異なる方法で立体映像が生成される。

【0004】 本発明と比較される従来の技術は、日本の三洋 (SANYO) 電機で開発した修正時間差 (Modified Time Difference: 以下「MTD」と称する) 法がある。また、韓国の三星電子 (株) により開発された垂直視差の水平視差への変換方法がある。前述したようにこれらはNTSC信号入力より立体映像を生成する。三洋電機により開発されたMTD法は、1) 動く領域を抽出し、2) 動きの速度及び方向を決定し、3) 該動きの速度及び方向により、以前の一つのフレームから遅延方向 (delay direction) 及び遅延時間 (delay time) が決定され、4) 決定された遅延方向及び遅延時間により遅延された映像 (delay image) がいずれ側の目に見えるかが決定される。

【0005】 三星電子 (株) により開発された垂直視差の水平視差変換方法は、1) ブロック別運動を予測し、2) ブロック動きベクトルのサイズを計算し、3) 垂直成分を全て水平視差値に変換するために2)で求めたサイズ値を水平視差値に変換し、4) 各ブロックを水平視差値だけ水平移動し、5) 水平移動されたブロックを集めて合成映像を生成する。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 MTD方法は動き情報により以前のK個フレームのうち一つを遅らせた映像として選択するので、一つのフレーム映像内の領域が有している他の深さが無視される問題点がある。結局、立体映像を鑑賞する際に深さ感がなくなるため、例えば動いている物体については立体感があるが、場面の背景 (background) のような動きの少ない部分については立体感

が感じられない。

【0007】三星電子(株)により提案された方法は、隣り合うブロックの水平視差の相違によるブロックの水平移動により映像の歪みが生ずる。

【0008】従って、前述した既存の方法をMPEG符号化されたデータに用いようとするときは、復号された(decoded)映像に再び運動予測(motion prediction)方法を行うことによりMPEGビットストリームに入っている動き情報を用いることができず、かつ運動予測方法の再使用によるアルゴリズムの複雑性が高まるという短所がある。

【課題を解決するための手段】前述した本発明の目的を達成するための立体映像生成方法は、I、B及びP画像(pictures)が収録してあるMPEG符号化されたデータを用いて立体映像(stereoscopic image)を生成する方法であって、前記符号化された画像データを入力し、その画像内のマクロブロックに個別に応ずる動きベクトルを生成及び格納する第1段階と、前記符号化された画像データから復元される画像をK個だけ格納する第2段階と、第1段階において格納された動きベクトルを用いて現在画像に応ずる運動類型を決定する第3段階と、第2段階において格納された以前画像及び第3段階において決定された運動類型を用いて現在画像に応ずる合成画像を生成し、現在画像及び合成画像を出力する第4段階と、第4段階から出力された現在画像及び合成画像を受信し、第3段階において決定された運動類型を用いて現在画像を立体映像を構成する左側画像及び右側画像のうちいずれか一方に決定して、合成画像を他方に決定する第5段階を含む。

【0009】前述した本発明の他の目的を達成するための立体映像生成装置は、I、B及びP画像(pictures)が収録してあるMPEG符号化されたデータを用いて立体映像(stereoscopic image)を生成する装置において、前記符号化された画像データを入力され、各画像内のマクロブロックに個別に応ずる動きベクトルを生成及び格納する動きベクトル生成及び格納手段と、前記動きベクトル生成及び格納手段に供給される画像データから復元される画像をK個だけ格納する画像格納部と、前記動きベクトル生成及び格納手段に格納された動きベクトルを用いて現在画像に応ずる運動類型を決める運動類型決定手段と、前記画像格納部に格納された以前画像及び決定された運動類型を用いて現在画像に応ずる合成画像を生成し、現在画像及び合成画像を出力する立体映像生成手段と、前記立体映像生成手段から現在画像及び合成画像を受信し、前記運動類型決定手段において決定された運動類型を用いて、現在画像を立体映像を構成する左側画像及び右側画像のうちいずれか一方と決定し、合成画像を他方と決定する左/右側画像決定部を含む。

【0010】前述の動きベクトル生成方法及びその手段は、MPEG符号化されたビットストリームにおいてG

OP内のヘッダを分析してI、P、B画像を抽出し、各画像のマクロブロック別に動きベクトルを抽出及び生成して動きベクトルフィールド(motion vector field)を構成することが望ましい。

【0011】ここで、B画像及びP画像の動きベクトルは該当画像に応ずるMPEGビットストリームからマクロブロック別に抽出及び補間して生成することが望ましく、イントラコーディングされるI画像の動きベクトルは以前B画像のマクロブロック別動きベクトルを用いて生成することが望ましい。

【0012】前述の運動類型決定方法及びその手段は、現在画像の動きベクトルフィールドを分析して現在画像の運動類型を動きのない静止画像、カメラ及び/または物体が非水平方向に運動する非水平運動(non-horizontal motion)画像、カメラ及び/または物体が水平方向に運動する水平運動(horizontal motion)画像、及び動きの速い高速運動(fast motion)画像のうちいずれか一つに決定することが望ましい。

【0013】ここで、画像の運動類型を静止画像と運動画像のうちいずれかに決定する方法は、画像の動きベクトルフィールドを分析して、画像の全体マクロブロックのうちにおいて水平運動成分と垂直運動成分が全てゼロ(0)である静止マクロブロックが占める比率に基づいて決定することが望ましい。

【0014】ここで、画像の運動類型を非水平運動画像と水平運動画像のうちいずれかに決定する方法は、画像の動きベクトルフィールドを分析し、画像の全体マクロブロックのうちにおいて最大垂直溶断境界角と最大垂直視差境界値に基づく非水平マクロブロックが占める比率に基づいて決定することが望ましい。

【0015】ここで、画像の運動類型を高速運動画像と水平運動画像のうちいずれかに決定する方法は、画像の動きベクトルフィールドを分析して、画像の全体マクロブロックのうちにおいて最大水平視差臨界値に基づく高速運動マクロブロックが占める比率に基づいて決定することが望ましい。

【0016】前述の立体映像生成手段は、静止画像と決定された現在画像の立体映像を生成する合成静止画像発生部、非水平運動画像と決定された現在画像の立体映像を生成する合成非水平運動画像発生部、高速運動画像と決定された現在画像の立体映像を生成する合成高速運動画像発生部、及び水平運動画像と決定された現在画像の立体映像を生成する合成水平運動画像発生部を含むことが望ましい。

【0017】ここで、静止画像と決定された現在画像に応ずる立体映像生成方法は、静止画像内の所定各ブロックの輝度及び/またはその輝度偏差を用いて深さ情報を異なるように割り当てて、これを水平視差に変換して静止画像に応ずる合成画像を生成することが望ましい。

【0018】ここで、非水平運動画像と決定された現在

画像に応する立体映像生成方法は、非水平運動画像内に  
おいてカメラ及び物体が全て運動する場合にはカメラ運動  
方向と同じマクロブロックとそうでないマクロブロックの間  
で視差値を異なるように割り当て合成画像を生成  
することが望ましく、非水平運動画像内において物体の  
みが運動する場合には運動マクロブロックと静止マクロ  
ブロックの間で視差値を異なるように割り当て合成画像  
を生成することが望ましく、非水平運動画像内において  
カメラのみが運動する場合には現在マクロブロックのエ  
ッジ特性によって周辺のエッジマクロブロック及び以前  
画像のマクロブロックの動きベクトルを用いて現在マク  
ロブロックに応する視差値を求めて合成画像を生成する  
ことが望ましい。

【0019】ここで、高速運動画像と決定された現在画像に応する立体映像生成方法は、現在画像内の高速運動マクロブロックの動きベクトルを最大水平視差値に交換して水平移動させ、これを直前の以前画像に合成して高速運動画像に応する合成画像を生成することが望ましい。

【0020】ここで、水平運動画像と決定された現在画像に応する立体映像生成方法は、精神物理学理論に基づく最大水平視差界値及び現在画像内の所定水平運動値に基づく以前画像を水平運動画像に応する合成画像と決定することが望ましい。

【0021】前述の左/右側画像決定方法及びその手段は、現在画像の運動類型が水平運動画像と決定された場合には、水平運動画像内のカメラ及び/または物体の運動種類に基づいて適応的にモードA(現在画像を左側画像と、そして以前画像を右側画像と決定する方式)またはモードB(現在画像を右側画像と、そして以前画像を左側画像と決定する方式)を選択し、立体映像を構成する左側画像及び右側画像を決定することが望ましく、現在画像の運動類型が水平運動画像でない場合には現在画像を左側画像と、そして合成画像を右側画像と決定することが望ましい。

【0022】ここで、水平運動画像と決定された現在画像に応するモードAまたはモードBの決定方法は、現在画像を第1決定領域と第2決定領域に分割して、第1決定領域ではマクロブロック別水平動きベクトル成分のうちの最大個数を有する第1符号を決定し、第2決定領域では第1決定領域での最大個数符号を除いた残りの水平動きベクトル符号のうちの最大個数を有する第2符号を決定し、決定された第2符号に属する動きベクトルの水平位置の平方偏差及び基準平方偏差に基づいて前述したモードAまたはモードBを決定することが望ましい。

【0023】【発明の実施形態】以下、添付した図面に基

づき本発明の好適な実施形態をさらに詳しく説明する。

【0024】図1は本発明の望ましい実施形態によるMPEG圧縮データの立体映像生成装置である。図1に示された装置は、画像抽出部100、動きベクトル生成部110、動きベクトルフィールド構成部120、運動類型決定部130、立体映像生成部140、左/右側画像決定部150、以前画像格納部160、そしてDAC(Digital To Analog Converter)170、180を備える。

【0025】画像抽出部100はMPEGビットストリームからピクチャヘッダ(pictureheader)内の3ビットコードを用いて画像種類を分かり出す。ピクチャヘッダ内の3ビットコードはフレーム画像またはフィールド画像の画像種類を知らせるもので、例えば3ビットコードが001ならばI画像であり、010ならP画像、100ならB画像である。画像抽出部110はMPEGビットストリームからI、P、B画像データを抽出し、該画像データを動きベクトル生成部110及び以前画像格納部160へ供給する。

【0026】動きベクトル生成部110はI、P、B画像内のマクロブロックの動きベクトルをビットストリームから抽出し、動きベクトルを有しないマクロブロックについては他の画像のデータを参照して動きベクトルを生成する。I画像はイントラコーディングされるため動きベクトルが存しない。従って、以前B画像の動きベクトルを用いて動きベクトルを抽出する。P画像とB画像はイントラコーディングされるため、自分の動きベクトルを有している。従って、既存のMPEGの動きベクトル抽出方法を用いて動きベクトルが得られる。

【0027】MPEG符号器に入力されるGOPの画像順序は、Mが3の場合に次の通りである。

【0028】... B<sub>0</sub> B<sub>1</sub> P<sub>2</sub> B<sub>3</sub> B<sub>4</sub> I<sub>5</sub> B<sub>6</sub> B<sub>7</sub> P<sub>8</sub> B<sub>9</sub> B<sub>10</sub> P<sub>11</sub> ...

これとは違って、MPEG復号器に入力されるGOPの画像順序は符号化された順序に従うが、次の通りである。

【0029】... P<sub>2</sub> B<sub>0</sub> B<sub>1</sub> I<sub>5</sub> B<sub>3</sub> B<sub>4</sub> P<sub>6</sub> B<sub>7</sub> P<sub>11</sub> B<sub>9</sub> B<sub>10</sub> ...

符号器においてB<sub>3</sub>とB<sub>4</sub>はI<sub>5</sub>を用いて逆方向運動予測を行う。従って、I<sub>5</sub>のマクロブロックの動きベクトルを抽出するためには以前B<sub>9</sub>とB<sub>10</sub>のエンコーダから求められた動きベクトルを用いる。表1はMPEGにおいてI、P、B画像のディスプレイ順序とデコーダ入力順序を示す順序図である。

【表1】

|     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |
|-----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|
| (a) | B | B | P | B | B | I | B | B | P | B  | B  | P  | B  | B  | P  | B  | B  |
|     | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9  | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| (b) | P | B | B | I | B | B | P | B | B | P  | B  | B  | P  | B  | B  | I  | B  |
|     | 2 | 0 | 1 | 5 | 3 | 4 | 8 | 6 | 7 | 11 | 9  | 10 | 14 | 12 | 13 | 17 | 15 |

(a) 項目は画像が画面にディスプレイされるディスプレイ順序(=原映像の順序)を意味し、(b) 項目は復号器に入ってくるMPEG画像の復号器入力順序(=符号化された映像の順序)を指す。

【0030】画像抽出部100においてB画像が抽出されればB画像動きベクトル抽出部200は、ビットストリームからマクロブロックの動きベクトルを抽出する。B画像動きベクトル生成部210は、抽出されたマクロブロック別動きベクトルを下記の方式によりスケーリングを行い、B画像に対する強制イントラコーディングなどにより動きベクトルのないマクロブロックのために補間方法を使って動きベクトルを生成する。

【0031】B画像は、自分の動きベクトルを有しているので該当動きベクトルを使う。B画像としてはNとMが必要である。NはGOPにおけるフレーム個数であり、MはGOPにおけるI/P画像とP画像との距離(distance)である。M=3と仮定すれば、表1の(a)において、B<sub>3</sub>は、順方向予測されるP<sub>2</sub>とは一つの画像間隔であり、逆方向予測されるI<sub>5</sub>とは二つの画像間隔である。逆に、B<sub>4</sub>の場合、順方向予測されるP<sub>2</sub>とは二つの画像間隔であり、逆方向予測されるI<sub>5</sub>とは一つの画像間隔である。画像間隔はMと関係がある。従って、B<sub>3</sub>の場合はスケールされた動きベクトルは次のように求められる。

【0032】

【数1】

$$(d_{Bx}, d_{By})^s = \frac{1}{M-2} (d_{Bx}, d_{By})^f + \frac{1}{M-1} (d_{Bx}, d_{By})^r$$

同じようにスケールされたB<sub>4</sub>の動きベクトルは次のように求められる。

【0033】

【数2】

$$(d_{Bx}, d_{By})^s = \frac{1}{M-1} (d_{Bx}, d_{By})^f + \frac{1}{M-2} (d_{Bx}, d_{By})^r$$

【0034】B画像動きベクトル生成部210によってスケールされるか補間されたB画像内の全てのマクロブロックに対応する動きベクトルはB画像動きベクトル格納部220に格納され、図1の動きベクトルフィールド構成部120へ入力される。P画像が抽出されれば、P画像動きベクトル抽出部240はビットストリームでP画像内マクロブロックの動きベクトルを抽出する。こ

こで、考慮すべき点は、符号器でP画像の動きベクトルを予測する時に適用されるP画像と運動予測されるI/P画像間の画像間隔である。立体映像合成段階において前後画像の間に一定運動量の維持のためにP画像の場合I/P及びPとの間隔、M値を考慮すべきである。従って、P画像のマクロブロックのスケールされた動きベクトルはを考慮して次のように計算される。

【0035】

【数3】

$$(d_{Bx}, d_{By})^s = \frac{1}{M} (d_{Bx}, d_{By})$$

【0036】sはスケール(scale)を意味する。P画像動きベクトル生成部250は、動きベクトルのないマクロブロックに補間方法を使って動きベクトルを生成する。生成された動きベクトル及び抽出されスケールされた動きベクトルは、動きベクトルフィールド構成部120へ入力される。

【0037】B画像動きベクトル格納部220に格納された動きベクトルは、I画像動きベクトル生成部230がI画像内のマクロブロックに応する動きベクトルを生成するに使われる。I画像は、イントラコーディングされるため、動きベクトルがない。従って、I画像の動きベクトルを復元するためにI画像を逆方向運動予測を行ったB画像が出てくるまで待つべきである。I画像マクロブロックの動きベクトル(dx, dy) Iは次のように求められる。

【0038】表1のシーケンスからわかるように、求めようとするI<sub>5</sub>の動きベクトルを求めるためにはビットストリーム内の動き情報を有しているP、B画像を用いるべきである。MPEGシーケンスを通して使える情報は次の通りである。

【0039】MPEGシーケンスを示した表1から見られるように、B<sub>3</sub>、B<sub>4</sub>は符号器からI<sub>5</sub>を直接に参照したため、B<sub>3</sub>、B<sub>4</sub>の動きベクトルを用いればI<sub>5</sub>の該当マクロブロックの動きベクトルを求められる。これは、B<sub>3</sub>及びB<sub>4</sub>が直接にI<sub>5</sub>を参照して予測符号化を行ったため、P<sub>2</sub>の動きベクトルを使って動きベクトルを求めるよりも信頼性が高い。B<sub>3</sub>、B<sub>4</sub>は時間的にI<sub>5</sub>画像に比べて先に画面にディスプレイされるべきであるが、復号器にはI<sub>5</sub>画像に比べて後で入って来る。従って、他の画像を用いることよりI<sub>5</sub>より先行する二つの画像B<sub>3</sub>、B<sub>4</sub>を用いる方が遅延時間を最小化でき

る。B<sub>0</sub>、B<sub>1</sub>の場合はI<sub>5</sub>画像よりディスプレイ順や復号化順序が優先するが、I<sub>5</sub>を参照しなかつたため正確性がB<sub>5</sub>、B<sub>4</sub>に比べて劣る。

【0040】本発明において提案する方法は、I画像直前の逆方向予測(backward prediction)を行ったB画像を用いてI画像の動きベクトルを生成する。B画像を用いるためには三つの方法がある。

【0041】方法1：方向に鑑みた加重値の利用  
時間的に後で復号器に入力されるB<sub>4</sub>の動きベクトルをそのまま使用してI<sub>5</sub>の動きベクトルを予測する。しかし、この方法は全てのマクロブロックが説明的に動くという仮定下でのみ使える。また、B画像のマクロブロックが参照するI画像のマクロブロックは正確にマクロブロック単位に整列されるのではないため、求められた動きベクトル値は所望のマクロブロックの動きベクトル値ではない。従って、使えるB画像の動きベクトル値だけブロックを移動した後、求めようとするマクロブロックと重なるマクロブロックの情報を用いて動きベクトルの値を計算する。図3においてMB(x, y, k-1)は動きベクトルを有している以前画像のB画像のマクロブロックであり、MB(x, y, k)は現在動きベクトルを求めようとするI画像のマクロブロックを示す。矢印は動きベクトルの方向にMB1、MB2は類似した値の動きベクトルを有しており、MB3は相異なる動きベクトルを有していることが見られる。提案する方法は、MB3のように全体的な動きベクトルの方向と異なるマクロブロックはその候補として含まれないことにより、相関関係が少ない領域から得られる動きベクトルが避けられる。また、動きベクトルの方向は無限であると言えるので、図4に示したように四つの領域に分類する。また、動きベクトルを(d<sub>x</sub>, d<sub>y</sub>)と定義し、動きベクトルの方向は次のように求められれば、図4に示したように左上、右上、左下、右下の四つの方向に分類される。

【0042】

【数4】

$$\text{動きベクトル方向} = \tan^{-1}\left(\frac{d_y}{d_x}\right)$$

【0043】I画像の動きベクトルは次のように求められる。F<sub>x</sub>とF<sub>x-1</sub>はそれぞれ現在画像及び以前画像を意味し、nは求めようとするI画像のマクロブロックMB(x, y, k)と部分的に重なり、動きベクトルの方向が類似したB画像のマクロブロックの個数を意味する。l<sub>x</sub> = [l<sub>x1</sub> ... l<sub>xn</sub>] TはMB(x, y, k)とx、y軸における重なる部分の長さ、すなわち重なる部分の画素数を意味し、ω = [ω<sub>x1</sub> ... ω<sub>xn</sub>] Tは前記で求めた距離l<sub>x</sub> = [l<sub>x1</sub> ... l<sub>xn</sub>] Tに対する加重値を意味するもので、次のように求められる。

【0044】

【数5】

$$(w_x, w_y)^T = \left( \frac{l_{x1}}{\sum_{i=1}^N l_{xi}}, \frac{l_{y1}}{\sum_{i=1}^N l_{xi}} \right)^T \quad (i=1, \dots, N)$$

【0045】Tは転置(transpose)である。上記式で得られた加重値を用いれば、求めようとするI画像のマクロブロックの動きベクトルは次のように求められる。

【0046】

【数6】

$$\begin{pmatrix} d_x(k) \\ d_y(k) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \sum_{i=1}^N w_{xi} d_{Bxi}(k-1) \\ \sum_{i=1}^N w_{yi} d_{Byi}(k-1) \end{pmatrix}$$

【0047】方法2：x軸、y軸それぞれの加重値の利用

加重値のみを用いて計算する方法は、上記の方法1で考慮された方向を除けば同一である。すなわち、特性方向の動きベクトルを有するマクロブロックのみを考慮するのではなく、重なる全てのマクロブロックを考慮する。

【0048】方法3：面積を加重値として使用

方法2と同様であるが、x、y軸それぞれの値について加重値を求めるのではなく、求めようとするマクロブロックと重なる全てのマクロブロックの面積、すなわちピクセルの個数を加重値にして動きベクトルを計算する。

【0049】前述した方法のうち一つで生成されたスケールされた動きベクトルは、動きベクトルフィールド構成部120へ供給される。

【0050】動きベクトルフィールド構成部120は、I、PまたはB画像内のマクロブロックの動きベクトルが抽出されれば、その画像内の全てのマクロブロックに応する動きベクトルからなる動きベクトルフィールドを構成する。動きベクトルフィールドは、アレイ(array)または集合で表現できる。

【0051】動きベクトルフィールドが構成されれば、運動類型決定部130は動きベクトルフィールド構成部120に格納されているか、それより出力される動きベクトルフィールドについて運動解釈方法を用い、現在画像に存するカメラ、物体またはカメラ及び物体の両方の運動に対するサイズ及び方向を決定する。運動類型決定部130は静止画像、カメラ及び/または物体が水平に運動する水平画像、カメラ及び/または物体が非水平に運動する非水平動画像、カメラ及び/または物体が遠く運動する高速動画像を区別し、その結果を立体映像生成部140へ出力する。かかる運動類型決定部130は、図4に示したように、動/静止画像決定部500、水平/非水平動画像決定部510及び水平/高速動画像決定部520を備える。図4に示された合成静止画像発生部

530、合成非水平動画像発生部540、合成高速動画像発生部550及び合成水平動画像発生部560は図1に示した立体映像生成部140を構成する。

【0052】図6は動/静止画像決定部500の動作を説明するための動作を説明するためのフローチャートである。動/静止画像決定部500は動きベクトルフィールドを分析して動画像と動かない静止画像を決定する。静止画像と動画像の決定は、次の方法を使った。動きベクトル( $d_x, d_y$ )が(0, 0)のマクロブロックの個数の $N_0$ を計算し(段階600)、全体マクロブロックの個数の $N_{MB}$ を計算すれば(段階610)、段階620で計算される比率 $\alpha_v$ は次の通りである。

【0053】

【数7】

$$\alpha_v = \frac{N_0}{N_{MB}}$$

【0054】段階630において、得られた $\alpha_v$ 値が臨界値 $T_{\alpha_v}$ より大きければ静止画像とに区分し、小さければ動画像になる。 $T_{\alpha_v} = [0, 0, 1, 0]$ 、例えば $T_{\alpha_v} = [0, 0, 1, 0]$ なら、全面積の10%以上が運動領域である。 $N_0$ は現在画像内の静止マクロブロックの個数である。静止画像なら動きベクトルを収録している現在画像のデータは合成静止画像発生部530へ入力される。それとも水平/非水平動画像決定部510へ入力される。

【0055】水平/非水平動画像決定部510を図7に基づき説明する。水平運動と非水平運動は、精神物理学的な理論に基づいたアルゴリズムを用いて区分する。非水平運動による垂直視差は相同点と呼ばれる二つのマッチング点間の垂直成分の差である。かかる垂直視差は両目が映像を溶断(fusion)することを極めて難しくしかつ不便にすることはよく知られている。精神物理学実験によれば、垂直視差のサイズは少なくとも最大垂直溶断臨界角 $\theta_v$ が角度としては $10'$  (minutes of arc) 以内であるべきだと提案した。他の実験においては、 $\theta_v$ は角度としては $6'$ の垂直視差を満たすべきであるが、映像溶断されれば $\theta_v$ が角度としては $20'$ になってしま溶断が安定的に発生すると観察された。従って、段階700においては、 $6'$ ないし $20'$ の範囲内の任意の値を最大垂直溶断臨界角 $\theta_v$ と設定する。かかる $\theta_v$ のディスプレイモニターにおける距離 $L_v$ は画像における最大垂直視差臨界値であり、図8の関係図を用いれば次の式により計算される(段階710)。

【0056】

【数8】

$$L_v = 2 \cdot D \cdot \left( \frac{\theta_v}{60 \cdot 2} \right) \cdot \left( \frac{N_v}{W_v} \right)$$

【0057】 $\theta_v$ の単位が分(minute)なので度(degr)

ee)で示すためには60で割るべきである。 $L_v$ の単位はピクセルである。Dは視聴距離であり、単位はcmである。 $N_v$ は画像の垂直サイズであり、 $W_v$ は画像のディスプレイモニターにおける垂直長さである。単位はcmである。

【0058】 $L_v$ は非水平運動を決定する役割を担う。動きベクトルの垂直成分 $d_v$ が $L_v$ より大きい非水平マクロブロックの個数である $N_{L_v}$ を計算し(段階720)、 $N_{L_v}$ 及び $N_{MB}$ の比率 $\alpha_v$ は次の式により計算される(段階730)。

【0059】

【数9】

$$\alpha_v = \frac{N_{L_v}}{N_{MB}}$$

【0060】もし、 $\alpha_v$ が臨界値 $T_{\alpha_v}$ より大きければ現在画像を非水平動画像と決定し、小さければ水平動画像と決定する(段階740)。

【0061】 $\alpha_v$ は画像が水平運動及び非水平運動のうちいずれの運動をするかを決定する極めて大事な要素である。実際の立体映像において非水平運動を行う小さな物体も立体感に影響を与える。従って、画像内で非水平運動マクロブロックの個数が $\alpha_v$ を決定すると判断する。実験によると、カメラ静止状態で非水平物体運動の方が、カメラが運動している時の非水平物体運動より目の疲労感が高い。なぜならば、前者の場合、静止領域と運動領域の視差が大きい一方、後者の場合は相対的に視差が少ない。従って、前述した $\alpha_v$ の臨界値 $T_{\alpha_v}$ は、カメラ静止状態では0.05にし、カメラ運動状態では0.15とする。非水平動画像ならば動きベクトルを収録している現在画像のデータは水平動画像発生部530へ供給される。それとも水平/高速動画像決定部520へ入力される。

【0062】水平/高速動画像決定部520は人が目の疲労感を感じる最大水平視差値を決定する。精神物理学実験によれば、水平溶断臨界角 $\theta_H$ は負の視差(negative parallaxまたはcrossed disparity)においては略27'であり、正の視差(positive parallaxまたはuncrossed disparity)においては24'である。約2秒の時間間隔の人間時刻の収斂応答は前述の視差値よりは大きいが、負の視差では略4.93°であり、正の視差においては1.57°が人間の立体視覚を収斂できる臨界角であることが証明された。段階900においては、この水平溶断臨界角 $\theta_H$ が設定され、ディスプレイモニターにおける最大水平視差臨界値 $L_v$ は図10の関係図を用いて次のように求められる(段階910)。

【0063】

【数10】

$$L_H = 2 \cdot D \cdot \tan\left(\frac{\theta_H}{2}\right) \cdot \left(\frac{N_x}{W_x}\right)$$

【0064】ここで、Dは人の目とスクリーンまでの視距である。 $N_x$ は画像の水平サイズであり、 $W_x$ は画像のディスプレイメモリーにおける水平長さである。単位はcmある。数式10により得た値は人が最大に克服できる臨界値なので、この値の加重値を選択した。従って、加重された $L_H$ は次のように求められる(段階910)。

【0065】

【数11】

$$L_H = 2 \cdot D \cdot [\alpha_1 \tan\left(\frac{1.57^\circ}{2}\right) + \alpha_2 \tan\left(\frac{4.93^\circ}{2}\right)] \cdot \left(\frac{N_x}{W_x}\right)$$

【0066】加重値 $\alpha_1$ と $\alpha_2$ が0.5なら数式11による $L_H$ は二つの値(1.57°、4.93°)の平均値である。

【0067】次いで、水平/高速運動決定部520は、水平運動する現在画像から立体感を供する溶断を困難にする高速運動する部分を決定する。決定方法は精神物理学理論に基づく。マクロブロック動きベクトルの水平成分 $d_x$ の絶対値が $L_H$ より大きな高速運動するマクロブロックの個数 $N_{1,H}$ を計算し(段階920)、 $N_{1,H}$ と全マクロブロック個数 $N_{M,H}$ との比率 $\alpha_H$ は、段階930において次の数式を用いて求められる。

【0068】

【数12】

$$\alpha_H = \frac{N_{1,H}}{N_{M,H}}$$

【0069】段階940において、もし $\alpha_H$ が臨界値 $T_H$ より小さければ水平運動と決定され、そうでなければ高速運動と決定される。ここで、 $T_H$ は0.0と1.0との間に存する値である。高速運動する現在画像の場合、合成高速動画像発生部550が必要な合成画像、すなわち現在画像に応する立体映像を生成するに必要な合成高速動画像を発生する。一方、水平運動する現在画像の場合、合成高速動画像発生部560が現在画像の立体処理に必要な合成水平動画像を発生する。このため、水平/高速動画像決定部520は現在画像が水平動画像及び高速動画像のうちいずれかにより、動きベクトルを収録している現在画像のデータを合成高速動画像発生部550及び合成水平動画像発生部560のうち該当機器へ供給する。

【0070】図11は合成水平動画像発生部560を動作説明するためのフローチャートである。合成水平動画像発生部560は現在画像に対する平均運動速度または最大運動速度を計算する(段階1100)。平均運動速度は $d_x$ 値が0でない全ての水平動きベクトル成分の絶対値の平均であって、次の通りである。

【0071】

【数13】

$$\bar{d}_x = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |d_{xi}|$$

【0072】ここで、Nは現在画像内で $d_x$ が0でないマクロブロックの個数である。最大水平運動速度 $d_x$ は最大水平動きベクトル成分値であって、次の通りである。

【0073】

【数14】

$$d_{x_{max}} = \max_i |d_{xi}|, \quad i=1, 2, \dots, N$$

【0074】次いで、合成水平動画像発生部560は、段階1101において現在画像に応する遅延画像、すなわち現在画像の立体処理に使われる以前画像を決定する。この段階1101においては、まず最大水平運動値 $d_{x_{max}}$ と最大水平視差臨界値 $L_H$ とを比較して以前画像を決定する。図9の段階910で求めた $L_H$ を用いて立体映像を構成するためには、以前画像(previous frame)のうち一つを選択すべきである。これを決定するためには遅延要素(delay factor)を計算する。運動類型が水平運動の場合は現在画像と遅延画像を適宜に左眼(the left eye)と右眼(the right eye)に示すべきであるが、現在画像において時間軸に以前に存するK個の以前画像のうち一つの画像を選択すべきである。遅延要素 $f_L$ は次のように求められる。

【数15】

$$f_L = \text{ROUND} \left[ \frac{L_H}{d_{x_{max}}} \right]$$

$d_{x_{max}}$ は $L_H$ と等しいかより小さいので、 $f_L$ の最小値は1である。ROUND[]は四捨五入演算子である。運動量が少ないと分母値が小さいため $f_L$ の値が大きくなる。

【0075】以前画像の格納のためにはメモリが必要である。メモリの量は有限なので $f_L$ の最大値はKとする。メモリに常に以前K個の画像が格納されるべきである。従って、Kは適応的に定める。K値は $L_H$ により適応的に決定できる。 $f_L$ が求められれば現在画像 $I_L$ と以前画像 $I_{L-f_L}$ の二つの画像で立体映像を構成す

る。以前画像格納部160はK個の以前画像のデータを格納する。

【0076】段階1101が完了されれば、合成水平動画像発生部560は水平運動する現在画像に応する合成画像を生成する。水平動画像の立体変換は現在画像と以前画像で立体映像を作るのが最善の方法である。現在画像と以前画像を左側画像と右側画像のうちいずれに決定する方法は次の二種がある。一番目の方法は、現在画像を左側画像に、以前画像を右側画像にする（以下、「モードA」と称する）。二番目の方法として、現在画像を

右側画像に、以前画像を左側画像にする方法がある（以下、「モードB」と称する）。水平動画像の場合、モードAとモードBを決定することは極めて大事な問題である。

【0077】モードAまたはモードBの決定を表2ないし表4に基づき説明する。

【0078】

【表2】

| 運動種類 | カメラ運動 | 物体運動 | 左側画像 | 右側画像 |
|------|-------|------|------|------|
| (1)  | 右側    | 無    | 以前画像 | 現在画像 |
| (2)  | 左側    | 無    | 現在画像 | 以前画像 |
| (3)  | 無     | 右側   | 現在画像 | 以前画像 |
| (4)  | 無     | 左側   | 以前画像 | 現在画像 |
| (5)  | 右側    | 右側   | 現在画像 | 以前画像 |
| (6)  | 右側    | 左側   | 以前画像 | 現在画像 |
| (7)  | 左側    | 左側   | 以前画像 | 現在画像 |
| (8)  | 左側    | 右側   | 現在画像 | 以前画像 |
| (9)  | 右側    | 左右   | 以前画像 | 現在画像 |
| (10) | 左側    | 左右   | 以前画像 | 現在画像 |

【0079】

【表3】

| 運動種類  | PDA(第1方向) | SDA(第2方向) | カメラ運動 | 物体運動 |
|-------|-----------|-----------|-------|------|
| (2)   | +         | +         | 左側    | 無    |
| (3)   | 0         | +         | 無     | 右側   |
| (5)-b | -         | 0         | 右側    | 右側   |
| (5)-c | -         | +         | 右側    | 右側   |
| (8)   | +         | +         | 左側    | 右側   |

【0080】

【表4】

| 運動種類  | PDA(第1方向) | SDA(第2方向) | カメラ運動 | 物体運動 |
|-------|-----------|-----------|-------|------|
| (1)   | 0         | -         | 右側    | 無    |
| (4)   | 0         | -         | 無     | 左側   |
| (6)   | -         | -         | 右側    | 左側   |
| (7)-a | +         | -         | 左側    | 左側   |
| (7)-b | 0         | 0         | 左側    | 左側   |

【0081】モードAまたはモードBへの決定は、先に抽出された動きベクトルフィールドで運動種類を決定す

べきである。動きベクトルの水平成分のみを用いる。現在画像において存するカメラ及び物体の動きは表2に示

される10種の運動種類がある。各運動種類によるカメラ運動と物体動き方向があり、決定される左側画像と右側画像がある。動きベクトルフィールドの分析において10種の運動種類が決定されれば最終的に現在画像と以前画像を左眼／右眼または右眼／左眼にディスプレイする。

【0082】表2の運動種類を再び分類すれば次の四種の場合はモードAを選ぶ。2) カメラ左側運動 3) 物体右側運動 5) カメラ右側運動及び物体右側運動 8) カメラ左側運動及び物体右側運動がある。表3はモードAの場合を示す。モードBが選択される場合は1) カメラ右側運動 4) 物体左側運動、6) カメラ右側運動及び物体左側運動 7) カメラ左側運動及び物体左側運動 9) カメラ右側運動及び物体左右側運動 10) カメラ左側運動及び物体左右側運動がある。表4はモードBの場合について示す。従って、本発明においては動きベクトルフィールドをモードAとモードBに分類する決定要素を探す。各運動種類の動きベクトルフィールドを分析すれば、カメラ運動と関係なく物体の運動方向が右側に進められれば無条件モードAを選び、カメラ運動と関係なく物体の運動方向が左側へ進められれば無条件モードBが選ばれる。更に、カメラが左側運動状態で物体の運動がないならモードAを選択し、カメラが右側運動状態で物体の運動がないならモードBが選択される。

【0083】図11のフローチャートの説明に戻って、段階1102において現在画像は一次決定領域(Primary Decision Area: 以下、「PDA」と称する)と二次決定領域(Secondary Decision Area: 以下、「SDA」と称する)に分割される。一次決定領域(PDA)は図12に示された全画像領域において内側四角形[ $\tau Nx, (1-\tau) Nx] \times [\tau Ny, (1-\tau) Ny]$ ]を除いた領域であり、二次決定領域(SDA)は[ $\tau Nx, (1-\tau) Nx] \times [\tau Ny, (1-\tau) Ny]$ ]領域である。 $\tau$ 値の範囲は[0.0, 0.5]に存在する。PDAはカメラ運動を決定し、SDAではカメラ及び物体運動を決定する。

【0084】カメラ運動方向を決定するPDAに存するマクロブロックの水平動きベクトル成分は負の符号、0の符号、正の符号を有している。段階1103において符号により各マクロブロックの水平運動成分が分類される。次いで、負の符号の個数、0の符号の個数及び正の符号の個数を計算する(段階1104)。この個数をそれぞれPDA[0]、PDA[1]、PDA[2]と定める。この個数は該当マクロブロックの個数と同一である。PDA[0]、PDA[1]、PDA[2]において一番個数が多いものをPDA[i\*]とする(段階1105)。 $i^* \in \{0, 1, 2\}$ 、 $i^*$ は第1方向として表3及び表4において使うPDA内での運動方向を「+」、「0」、「-」のうち一つと決定する。この結果は後で段階1112において使われる。

【0085】段階1106においてSDAが解釈される。物体、カメラまたはカメラと物体動きの決定はSDAを用

いて行われる。まず、SDA内に存するマクロブロック動きベクトルの水平成分の符号を分類する(段階1106)。次いで負の符号の個数、0の符号の個数及び正の符号の個数を計算する(段階1107)。この個数は該当マクロブロックの個数と同一である。かかる個数をSDA[0]、SDA[1]、SDA[2]と定める。これらのうちSDA[i\*]を除いた残りの2個のうち一番多數のものを選びSDA[j\*]と定める(段階1108)。 $j^*$ を第2方向と定める。また、第2方向を除いた残りの二つのうち個数の多いものを選ぶ。これを第3方向と定める。SDAにはカメラ及び物体の運動が同時に存しする。従って、第2方向についての正確性が調べられる。初期第2方向は物体運動と仮定する。次の過程は第2方向が物体運動による方向か、あるいはカメラ運動による方向かを決定すべきである。このためには次のような方法を使用した。

【0086】第1に、第1方向と第2方向に存する個数の比率 $\gamma_{PDA}$ は次の式により計算される(段階1111)。

【0087】

【数16】

$$\gamma_{PDA} = \frac{SDA[i^*]}{SDA[j^*]}$$

【0088】第2に、SDA内の水平距離[ $\tau Nx, (1-\tau) Nx$ ]において水平運動成分が均等に分布されている時の平方偏差 $\sigma^2 u$ と第2方向に存する水平運動成分の画像内における水平位置値の平方偏差 $\sigma^2 SDA$ (段階1109で計算)の比率 $\gamma_u$ は段階1110で次の式を用いて計算される。

【0089】

【数17】

$$\gamma_u = \frac{\sigma^2 u}{\sigma^2 SDA}$$

【0090】段階1112において、もし $\gamma_{PDA}$ が臨界値 $T_{\gamma}$ より大きく、 $\gamma_u$ が1より大きければ第2方向は変更なく、それとも第2方向は第3方向により置き換えられる。第2方向が「+」(右側運動)を指すか、第1方向が「-」(左側運動)及び第2方向が「0」(停止状態)を指すとモードAが選ばれ、他の全ての場合はモードBが選ばれる。

【0091】合成非水平動画像発生部540は、運動類型が非水平運動と決定されれば立体映像を生成する。図13に示されたフローチャートを用いて説明する。段階1300において、カメラと物体運動が存すると判断されれば、図11の段階1109から得られる第1方向をカメラ運動方向と決定し(段階1301)、カメラ運動方向と逆の静止または運動マクロブロックを抽出する(段階1302)。カメラ運動方向を有するマクロブロックには同一な正の(positive)視差値を与え、他のマ

クロプロックは0の視差を与える(段階1303)。すなわち、マクロプロックは0の視差または任意の値の正の視差を有する。視差値だけマクロプロックが水平移動され(段階1309)、合成画像が生成される(段階1310)。段階1300及び段階1304によりカメラは静止状態であり、物体のみ運動する画像と判断されれば、静止状態のマクロプロックは同一な正の視差を与える、運動マクロプロックには0の視差を与える(段階1305)。段階1309では視差値だけマクロプロックが水平に移動され、段階1310で合成映像として生成及び出力される。段階1300及び段階1304により物体の運動なしでカメラのみが運動する画像と決定されれば、カメラの水平運動成分の符号と異なる動きベクトルを修正し(段階1306)、正確な動きベクトルを得るためエッジ(edge)情報を用いる。段階1307においてマクロプロックのエッジ方向が決まる。これを図14に基づき詳しく説明する。

【0092】1) カメラ運動方向が左側か右側かは図11の段階1105において説明した方式で決まる。マクロプロックの動きベクトルの水平成分がカメラ運動方向と異なる場合は動きベクトルを修正する。マクロプロックMB<sub>(n<sub>1</sub>, n<sub>2</sub>)</sub>の動きベクトルがカメラ方向と異なる場合は以前MB<sub>(n<sub>1</sub>-1, n<sub>2</sub>)</sub>の動きベクトル値に置き換える。MB<sub>(n, +1, n<sub>2</sub>)</sub>は具現の困難のため用いない。

【0093】2) マクロプロックでエッジが存するかを調べる。図14に示した5種の方向フィルタを使う。マクロプロックのサイズは16×16であるが、説明を目的としたものなので8×8サイズで示す。まず、T5を用いてマクロプロックのエッジの存在を調べる。マクロプロック内のピクセル値の平方偏差が臨界値Tより大きければエッジが存し、そうでなければエッジが存しない。エッジが存すればT1、T2、T3、T4において平方偏差を求めて最小のフィルタを求めればエッジ方向が求められる。従って、各マクロプロックは非エッジMB及びエッジMBであってエッジMBはエッジ方向を有する。垂直エッジは、立体感に大事な役割を果たすため、現在エッジマクロプロックにはこの直上のマクロプロックスキャントラインに存する三つのマクロプロックでエッジ方向を有するエッジマクロプロックを用いる。

【0094】3) カメラ運動では現在画像は、以前画像

$$d_{MB}^* = \text{MAX}(d_{MB}) - d_{MB}$$

ここで、MAX(d<sub>MB</sub>)は予め定まった値または各画像のマクロプロックの運動ノルマの最大値と定められる。

【0101】つまり、段階1308において計算されるエッジを用いる改善された視差値は次の通りである。

の運動と密接な関係がある。従って、運動視差を求める際は以前マクロプロックの動きベクトルを考慮する。

【0095】段階1308では動きベクトルが視差に変換され改善された視差値が計算される。抽出した各マクロプロックの動きベクトルは水平成分と垂直成分より構成されているが、垂直成分は立体映像を視聴する際に深さが感じられなくて目の疲労をもたらす。垂直成分を無くすために動きベクトルを水平視差値に変換する。動きベクトルの視差変換は次の三つの方法を用いる。マクロプロックの動きベクトルが得られれば垂直運動成分の影響を無くすために動きベクトルのノルム(norm) d<sub>MB</sub>を求める。動きベクトルのノルムは次の通りである。

【0096】

【数18】

$$d_{MB} = \sqrt{d_x^2 + d_y^2}$$

上記式においてd<sub>x</sub>とd<sub>y</sub>はマクロプロック動きベクトルの水平及び垂直成分である。または次式を用いることができる。

【0097】

【数19】

$$d_{MB} = \text{MAX}(|d_x|, |d_y|)$$

上記式の長所は演算量を減らせられることである。また、水平成分のみを用いて次式を用いることができる。

【0098】

【数20】

$$d_{MB} = |d_x|$$

上記式は最大に演算量を減らせられる。

【0099】負の視差を得るために全てのマクロプロックを右側に水平移動して左側画像を合成する。正の視差では立体映像を見る際スクリーンから背面に3-D深さ感が生ずる。正の視差を得るために実際の水平視差は次のように求められる。

【0100】

【数21】

【0102】

【数22】

$$px(n_1, n_2) = \frac{1}{3} [px_k(n_1, n_2) + px_{k-1}(n_1, n_2) + \sum_{i=1}^k \delta((n_1, n_2), (n_1 - i, n_2 - 1)) \cdot px_i(n_1 - i, n_2 - 1)]$$

【0103】ここで、 $\delta$ は $(n_1, n_2)$ に存するマクロブロックと $(n_1 - i, n_2 - 1)$ に存するマクロブロック間のエッジ方向の差に対する加重値である。 $\delta$ 値はエッジ方向の差が0度なら1、45度なら1/2、90度なら0である。または $\delta$ 値は他の方法で定められる。更に、 $PxK$ は現在画像のdMBKを、 $PxK-1$ は以前画像のdMBK-1をそれぞれ表わし、dMBKまたはdMBK-1に対する加重値1/3を任意の相異なる加重値の1または $\omega_2$ に設定することが可能であることは、この技術分野の当業者にとって自明なことと理解される。

【0104】同様に、段階1309により視差値だけマクロブロックを水平移動し、合性画像を生成する（段階1310）。

【0105】合成高速動画像発生部550は運動類型が高速運動と決定されれば立体映像のための合成画像を生成する。図15に示されたフローチャートを参照して説明する。立体映像は現在画像と合成画像より構成されるが、合成画像生成過程は、まず直前画像を抽出する（段階1500）。抽出された直前の以前画像は段階1504で使われる。画像の全てのマクロブロックのうち最大水平視差 $L_H$ より大きな動きベクトル水平成分を有しているマクロブロックを抽出する（段階1501）。次いで抽出されたマクロブロックの動きベクトル水平成分を $L_H$ に置き換える（段階1502）。この $L_H$ 値だけ該当マクロブロックを水平移動する（段階1503）。水平移動されたマクロブロックと段階1500から出力された以前画像を合成する（段階1504）。

【0106】合成静止画像発生部530は、運動類型が静止状態と決定されれば静止画像の立体変換で立体映像を生成する。図16に示されたフローチャートを用いて説明する。画像がカラー画像ならグレイレベル画像に変換する（段階1600）。グレイレベルは[0, 2.55]の範囲を有する場合、256をN個の区間に分けて各グレイレベルを該当区間に分類する（段階1601）。各区間は輝度が異なるため、輝度が大きいほど深さ情報を大きく与え、低いほど深さ情報を少なく与える（段階1602）。深さ情報を用いて応ずる水平視差に変換する（段階1603）。該水平視差により各マクロブロックを水平移動して合成画像を生成する（段階1604）。

【0107】左／右側画像決定部150は立体映像生成部140の出力から表2ないし表4で説明した方法を用いて左側画像と右側画像を決定する。以前画像格納部160は前述したように立体映像生成部140の合成画像発生に必要な復元されたり前画像を格納するものであつて、現在画像より以前に存するK個の画像を格納する。新たな画像が格納されれば、以前画像格納部160内の

最先に格納された画像は無くなる。DAC170、180は左／右側画像決定部150から出力される左／右側画像データをアナログ信号に変換してディスプレイベッファ（図示せず）に格納する。

【0108】前述した過程を経てモニターにディスプレイされる立体映像を鑑賞するためには立体映像と同期させる立体眼鏡が必要になる。

【0109】一方、本発明の技術範囲内において触れられていない多数の変形された実施形態が導出可能であることは、本発明の技術的思想及び望ましい実施形態を明確に理解したこの技術分野の当業者にとって自明なことであろう。

【発明の効果】以上述べたように、本発明によれば、MPEGの立体変換のために映像内の運動解釈により静止画像、非水平動画像、高速動画像および水平動画像に分類して各画像の運動類型でも最適の立体画像を生成することにより、安定した立体感が得られる。本発明は、MPEGを用いるMPEG2-HDTV、MPEG2DV-Dプレーヤー、MPEG1ビデオCDなどに用いて立体視聴が可能になり、MPEGを用いていないNTSC-TV、VCRなどにも使える。内視鏡、超音波を用いる医療分野にも適用して立体で映像を判断することにより診断効率を高めることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の望ましい実施形態によるMPEGデータを用いた立体映像生成装置を示すブロック図である。

【図2】動きベクトル生成部の詳細な構造を示すブロック図である。

【図3】I画像マクロブロックに重なるB画像マクロブロックの重ねを示す図である。

【図4】I画像の動きベクトルを復元するために使われる動きベクトルの方向図である。

【図5】運動類型決定部及び立体映像生成部の詳細な構造を示すブロック図である。

【図6】静止画像と運動画像を決定するフローチャートである。

【図7】水平動画像と非水平動画像を決定するフローチャートである。

【図8】最大垂直溶断境界角と最大垂直視差との関係を示す図である。

【図9】高速動画像を決めるフローチャートである。

【図10】最大水平溶断境界角と最大水平視差との関係を示す図である。

【図11】水平動画像を立体映像に変換する方法のフローチャートである。

【図12】画像領域を一次決定領域と二次決定領域に分

割して示す図である。

【図13】非水平動画像を立体映像に変換する方法のフローチャートである。

【図14】エッジ方向を決めるために用いられる方向フィルタを示す図である。

【図15】高速動画像を立体映像に変換する方法のフローチャートである。

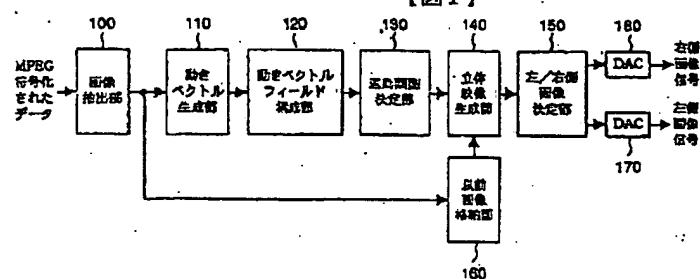
【図16】静止画像を立体映像に変換する方法のフローチャートである。

【符号の説明】

100 画像抽出部

動きベクトル生成部

110



120 動きベクトルフィールド構成部 130

運動類型決定部 150

140 立体映像生成部 170.1

左/右側画像決定部

150 以前画像格納部

80 D/A

【手続補正2】

【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図1

【補正方法】変更

【補正内容】

【図1】

【手続補正3】

【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図3

【補正方法】変更

【補正内容】

【図3】

【手続補正4】

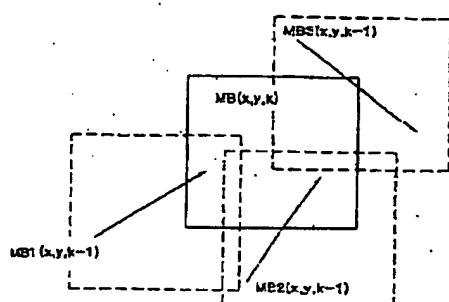
【補正対象書類名】図面

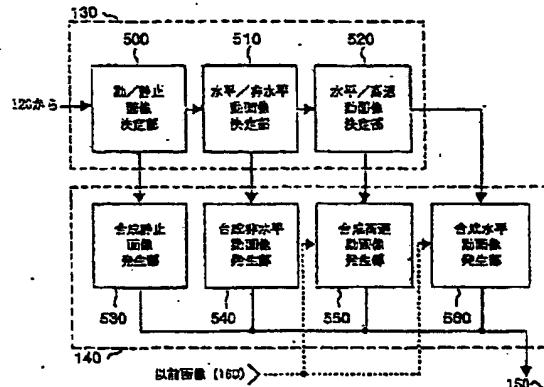
【補正対象項目名】図5

【補正方法】変更

【補正内容】

【図5】





## 【手続補正5】

【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図6

【補正方法】変更

【補正内容】

【図6】

## 【手続補正7】

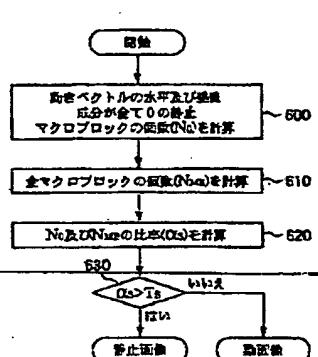
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図9

【補正方法】変更

【補正内容】

【図9】



## 【手続補正6】

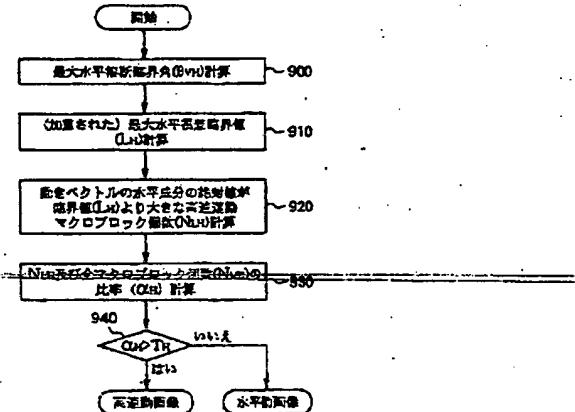
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図7

【補正方法】変更

【補正内容】

【図7】



## 【手続補正8】

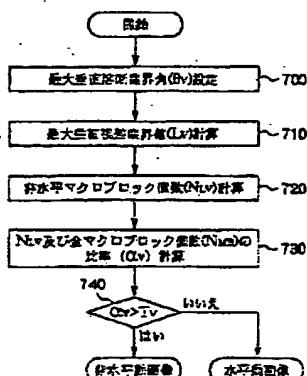
【補正対象書類名】図面

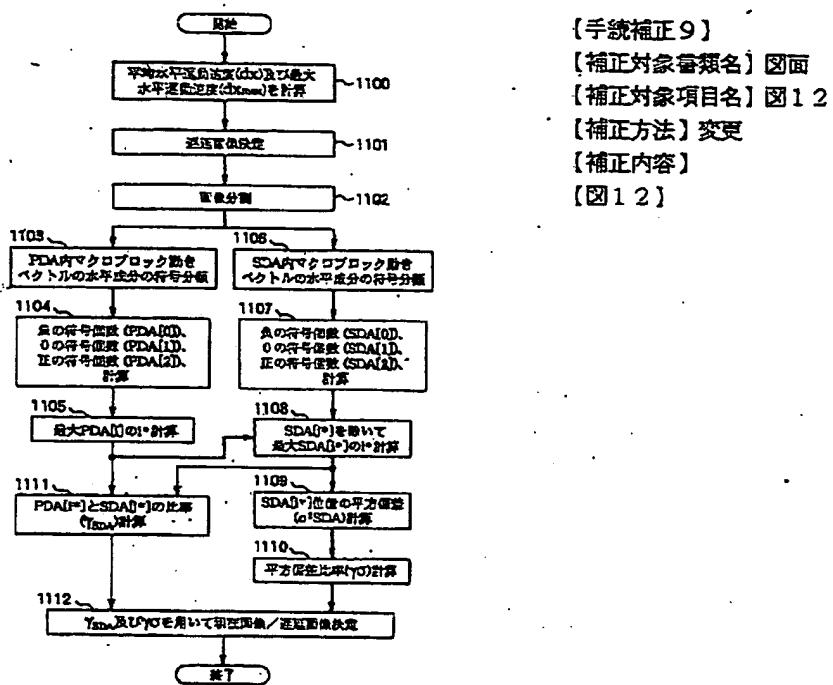
【補正対象項目名】図11

【補正方法】変更

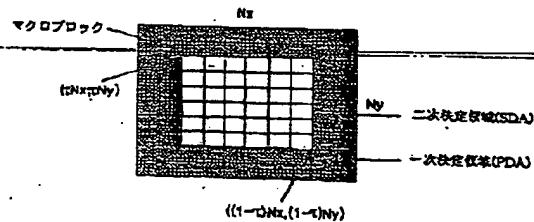
【補正内容】

【図11】



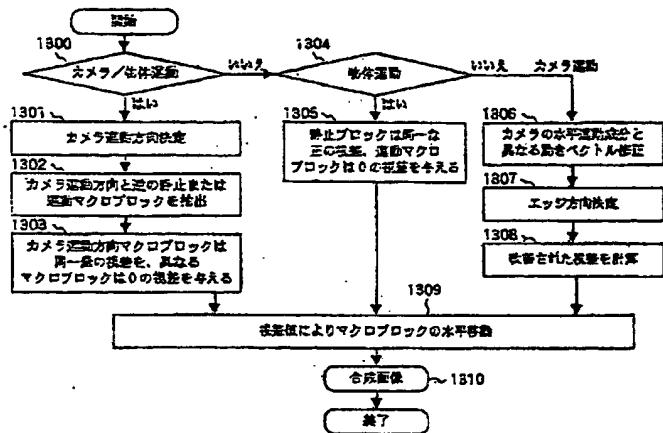


【手続補正9】  
 【補正対象書類名】図面  
 【補正対象項目名】図12  
 【補正方法】変更  
 【補正内容】  
 【図12】



【手続補正10】  
 【補正対象書類名】図面  
 【補正対象項目名】図13

【補正方法】変更  
 【補正内容】  
 【図13】



## 【手続補正11】

【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図15

【補正方法】変更

【補正内容】

【図15】

## 【手続補正12】

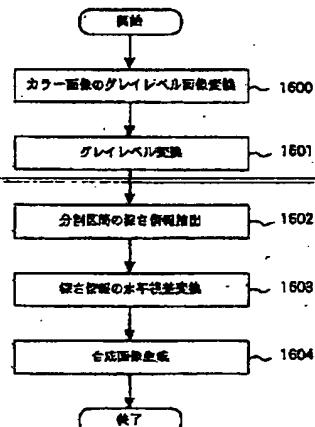
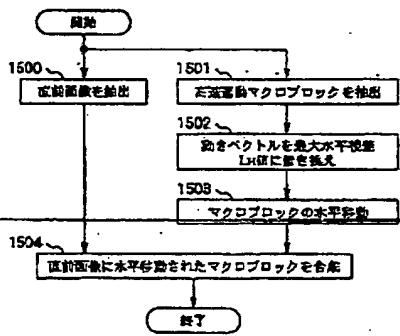
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図16

【補正方法】変更

【補正内容】

【図16】



フロントページの続き

(72)発明者 李 相 薫

大韓民国江原道春川市温衣洞532-2, 18

/3

(72)発明者 姜 豪 宽

大韓民国京畿道城南市盆唐区九美洞ムジゲ  
青丘アパート503棟1004戸

F ターム(参考) 5C059 KK00 MA00 MB04 MB21 NN01

NN28 PP04 PP13 PP26 SS16

TA00 TB07 TC12 TD01 UA38

5C061 AA21 AB12 AB21

5C062 AA02 AA27 AA37 BA20 BA27

BA41 BA47 BB44 CA81 CB01

DA26 DA51 MM10

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**